

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Avaliação dos efeitos da substituição parcial da gordura animal por subproduto de abacaxi e óleo de canola em hambúrguer bovino.

Amanda Cristina Marabesi

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado para obtenção do título de
Bacharel em Ciências dos Alimentos.**

**Piracicaba
2014**

Amanda Cristina Marabesi

Avaliação dos efeitos da substituição parcial da gordura animal por subproduto de abacaxi e óleo de canola em hambúrguer bovino.

Orientadora:

Prof^a. Dra. SOLANGE GUIDOLIN CANNIATTI BRAZACA

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção do título de Bacharel em Ciências dos Alimentos.

Piracicaba

2014

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS GERAIS	7
2.1 Objetivos Específicos.....	7
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
3.1 Carne bovina e hambúrgueres	7
3.2 Redução do teor de gorduras em produtos cárneos	9
3.3 Óleos vegetais	10
3.4 Óleo de Canola	11
3.5 Fibras	13
3.6 Frutas e resíduos do processamento	16
3.7 Abacaxi	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Preparo do subproduto de abacaxi.....	19
4.2 Processamento dos hambúrgueres bovinos	20
4.3 Composição Centesimal	23
4.4 Valor Calórico	24
4.5 Cor	24
4.6 pH	24
4.7 Atividade de água.....	24
4.8 Retenção de umidade e lipídeos.....	25
4.9 Perda de peso por cozimento	25
4.10 Redução do diâmetro.....	25
4.11 Análise de perfil de textura (TPA)	26
4.12 Perfil de ácidos graxos.....	27
4.13 Oxidação lipídica	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 Composição Centesimal	29
5.2 Valor Calórico	33
5.3 Cor instrumental	35
5.4 pH e Atividade de Água	38

5.4.1 pH	39
5.4.2 Atividade de água.....	40
5.5 Retenção de umidade e lipídeos, perda de peso por cozimento (PPC) e redução do diâmetro.	41
5.5.1 Retenção de umidade e de lipídeos	42
5.5.2 Perda de peso por cozimento e redução do diâmetro	44
5.6 Análise de perfil de textura	46
5.7 Perfil de Ácidos Graxos.....	51
5.8 Oxidação Lipídica.....	60
6. CONCLUSÃO	66
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS.....	67

Avaliação dos efeitos da substituição parcial da gordura animal por subproduto de abacaxi e óleo de canola em hambúrguer bovino.

RESUMO

Atualmente, a crescente preocupação dos consumidores com uma alimentação saudável tem impulsionado o desenvolvimento de novos produtos. Para os produtos cárneos, nos quais se inclui o hambúrguer, há o desafio da redução do teor de gordura, considerada elevada, e associada ao risco de doenças. Entretanto, a simples limitação no conteúdo lipídico se relaciona a baixa aceitação sensorial, devido à alteração nas suas propriedades físico-químicas. Uma alternativa empregada para minimizar esses efeitos adversos, é a aplicação de substitutos de gordura, nos quais se incluem as fibras e óleos vegetais, que contribuem para a suculência, sabor e saudabilidade desses produtos. Aliado a isto, há a produção de enormes volumes de resíduos pelas agroindústrias processadoras de frutas, os quais são, na maior parte, descartados no ambiente, gerando problemas de poluição. Esses resíduos, especialmente os de abacaxi, são ricos em fibras, com potencial utilização como ingrediente alimentício. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi a elaboração de hambúrgueres com substituição parcial de gordura animal por subproduto de abacaxi, gerando uma alternativa ao desperdício, e óleo de canola. Foram elaborados cinco tratamentos, incluindo o convencional, sem redução de gordura, o controle, com redução, mas sem adição de substitutos, e três formulações contendo os substitutos. Estes foram avaliados quanto às características físico-químicas, textura, perfil lipídico e oxidação. A incorporação de substitutos interferiu positivamente em todas as características. As fibras apresentaram papel mais significativo nas propriedades físico-químicas, especialmente as relacionadas ao cozimento, enquanto o óleo de canola atuou principalmente melhorando o perfil de ácidos graxos, e contribuindo para maior oxidação. Com os resultados obtidos, concluiu-se que a incorporação de subproduto de abacaxi e óleo de canola contribuiu para a obtenção de produtos com características desejáveis, indicando o potencial de aplicação dos mesmos em hambúrguer.

Palavras-chave: Hambúrguer; redução de gordura; substituto de gordura; resíduo; abacaxi; fibras; óleo de canola.

Assessment of the effects of partial replacement of animal fat for by-product of pineapple and canola oil in beef burger.

ABSTRACT

Currently, the growing consumer concerns about healthy eating have driven the development of new products. Regarding to the meat products, in which it includes hamburger, there is the challenge of reducing the fat content, which is considered high and associated to risk of diseases. However, the simple limitation of lipid content is related to poor sensory acceptance, due to changes in their physicochemical properties. An alternative used to minimize these adverse effects is the application of fat replacers, which include fibers and vegetable oils, that contribute to juiciness, flavor and healthiness of such products. Allied to this, there is the production of huge volumes of waste by agribusinesses processors of fruits, which are mostly discarded in the environment, causing pollution problems. These wastes, especially from pineapple, are rich in fiber, with potential use as a food ingredient. Thereby, the aim of this work was the preparation of burgers with partial replacement of animal fat by pineapple by-product, generating an alternative to waste, and canola oil. Five treatments were developed, including the conventional, without fat reduction, the control, with reduction but without the addition of replacers, and three formulations containing the substitutes. These were evaluated as the physicochemical features, texture, lipid profile and oxidation. The incorporation of fat replacers positively influenced in all characteristics. The fibers showed more significant role in the physicochemical properties, especially those related to baking, while the canola oil acted mainly improving the fatty acid profile, and contributing to increase oxidation. With the results obtained, it was concluded that the incorporation of pineapple by-product and canola oil contributed to obtain products with desirable features, indicating the application potential of these in hamburger.

Keywords: Hamburger; fat reduction; fat replacers; wastes; pineapple; fibers; canola oil.

1. INTRODUÇÃO

Hambúrguer é um produto cárneo obtido a partir de carne moída “...adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a um processo tecnológico adequado” (BRASIL, 2000). Os convencionais possuem de 20 a 30% de gorduras, sendo possível que ocorra redução. Aliado a isto, a busca de uma alimentação mais saudável, sobretudo com redução do teor de gordura e açúcares, impulsionam a indústria a desenvolver novos produtos para atender essa demanda (GIESE, 1992; ARIHARA, 2006). Entretanto, a redução da gordura utilizando somente a limitação em sua quantidade, gera baixa aceitação sensorial, principalmente em relação à textura, suculência e sabor (JIMÉNEZ COLMENERO, CARBALLO, COFRADES, 2001). Portanto, para minimizar os efeitos nas propriedades sensoriais e tecnológicas, são empregados substitutos de gordura. As fibras têm sido utilizadas com essa finalidade, pois apresentam capacidade de formar géis, reter água e gordura e aumentar a viscosidade; deste modo, quando adicionadas em produtos cárneos, melhora a retenção de água, influenciando positivamente no sabor e na suculência dos mesmos, além de reduzir a perda durante o cozimento (DIPENMAAT-WOLTERS, 1993; BORTOLUZZI, 2009; HUGHES, COFRADES, TROY, 1997; GRIGELMO-MIGUEL, ABADÍAS-SERÓS, MARTÍN-BELLOSO, 1999). Junto com a fibra, a adição de um óleo vegetal influi positivamente para a aceitação sensorial, além de contribuir para a obtenção de um produto mais saudável, pois são livres de colesterol e apresentam maior proporção de ácidos graxos insaturados em detrimento dos saturados (LIU, HUFFMAN, EGBERT, 1991; CHOI et al., 2009).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas, das quais grande parte são destinadas a indústria para elaboração de diversos produtos (COSTA et al., 2007). Contudo, são gerados muitos resíduos durante o processamento, que se constituem basicamente de cascas, caroços, bagaços e sementes, podendo atingir até 50% do total processado (EMBRAPA, 2003; SCHAUB, LEONARD, 1996). Isso representa grande desafio para a indústria de alimentos, visto que a maior parte deles são descartados, podendo prejudicar o meio ambiente, pois são altamente poluentes e possuem taxa de degradação bem inferior a de geração; além de serem considerados como perda de matéria-prima e energia, exigindo investimentos em tratamentos a fim de minimizar a poluição (SILVA et al., 2011; STRAUS, MENEZES,

1993; ABUD, NARAIN, 2009; BACKES et al., 2007; PELIZER, PONTIERI, MORAES, 2007). Portanto, verifica-se a necessidade de criar formas viáveis de reaproveitamento dos resíduos gerados, como sua transformação em ingredientes alimentícios, os quais podem ser utilizados como matérias primas para um novo processo, contribuindo para a sustentabilidade e economia das agroindústrias (CEREDA, 2000; RODRIGUES, 2010). Um resíduo de utilização potencial como ingrediente alimentar é o de abacaxi. Neste, somente 22,5% corresponde à polpa do fruto, e o restante, composto de casca e partes vegetativas, é rico em fibras, sendo considerado um importante subproduto (CARVALHO, CLEMENTE, 1981) com potencial de aplicação em produtos cárneos.

2. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar os efeitos da substituição parcial da gordura animal por subproduto de abacaxi e óleo de canola em hambúrguer bovino.

2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a composição e as características físico-químicas dos hambúrgueres formulados com substitutos de gordura (subproduto de abacaxi e óleo de canola) e compará-las ao produto convencional (20% de gordura suína) e controle (redução de 50% do teor de gordura animal).
- Avaliar o perfil de ácidos graxos e o perfil de textura das formulações desenvolvidas.
- Avaliar a estabilidade oxidativa dos hambúrgueres armazenados congelados durante quatro meses.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Carne bovina e hambúrgueres

A carne bovina é um dos produtos mais consumidos em escala mundial, pois é um alimento nutricionalmente rico, sendo importante fonte de proteínas de alto valor biológico e aminoácidos essenciais, gorduras, vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), e as do complexo B (hidrossolúvel), e alguns minerais, dos quais se destacam o

ferro, fósforo, magnésio, sódio, zinco e potássio (VERRUMA-BERNARDI, 2001; LAWRIE, 2005; ARIHARA, 2006; BOURRE, 2006; FEIJÓ, 1999).

O Brasil é o segundo maior produtor, exportador e consumidor mundial de carne bovina, e os índices vêm aumentando a cada ano. Em 2010, o Brasil foi responsável pela produção de 9.115 milhões de toneladas de equivalente carcaça, em 2013, atingiu 9.675 milhões, e a projeção para 2014, é de 9.900 milhões; as exportações atingiram um total de 1.558 milhões de toneladas de equivalente carcaça em 2010, 1.849 milhões em 2013, e 1.940 milhões em 2014; e o consumo foi de 7.592 milhões de toneladas de equivalente carcaça em 2010, 7.885 milhões em 2013, e espera-se que até o final de 2014 sejam consumidos 8.000 milhões (USDA, 2014). Essa atividade representa grande importância econômica para o país, sobretudo na atividade de exportação, a qual movimentou, em 2013, cerca de US \$6,6 bilhões, que equivale a 16,5% da produção total de carne, e, para 2014, se espera uma renda total de US \$ 8 bilhões (BRASIL, 2013).

Devido a esse aumento da produção e consumo, da exigência dos consumidores por praticidade e conveniência, e pela necessidade de aproveitamento dos cortes menos nobres por parte das indústrias, os produtos cárneos processados surgiram e rapidamente se tornaram populares. Esses produtos, nos quais se inclui o hambúrguer, despertam atenção do consumidor principalmente devido à facilidade de preparo, preços acessíveis, sabores agradáveis e boa qualidade, características que se alinham ao estilo de vida nos centros urbanos (COSTA, 2004; ARISSETO, 2003).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, na Instrução Normativa 20, de 31 de julho de 2000 - Regulamento Técnico de Qualidade de Hambúrguer (BRASIL, 2000), este é definido como o “...produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado”, apresentando somente a carne como ingrediente obrigatório. Além da carne de diferentes espécies animais, podem ser adicionados ingredientes opcionais, que incluem gordura animal ou vegetal, água, sal, proteínas animais ou vegetais, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, vegetais, queijos, e outros recheios.

O hambúrguer apresenta elevado teor de gorduras, as quais são adicionadas a fim de proporcionar a obtenção de boas propriedades tecnológicas e sensoriais,

contribuindo principalmente para melhora do sabor e textura do produto. Deste modo, os consumidores têm apresentado maior preocupação quanto ao consumo deste e de outros produtos cárneos, pois estão mais conscientes sobre o risco da ingestão de gorduras, principalmente das saturadas e do colesterol (OSPINA-E et al., 2010; HOFFMAN et al., 2005; LIMA et al., 2000). Por esta razão, a redução nos teores de gorduras surge como alternativa para atender a esta demanda dos consumidores, contribuindo para preservação da saúde dos mesmos (SALVINO et al., 2009).

3.2 Redução do teor de gorduras em produtos cárneos

Gorduras, em geral, apresentam grande importância na alimentação e na vida humana, devido às suas propriedades nutricionais, atuando como fonte de energia e nutrientes, como ácidos graxos essenciais, e vitaminas lipossolúveis; funcionais e organolépticas. Na carne e em produtos cárneos, o conteúdo lipídico contribui para suas características de cozimento, sabor e propriedades organolépticas, e exercem importante papel na estabilidade de emulsões, na redução da perda de peso por cocção, na melhora da capacidade de retenção de água, conferindo suculência e maciez, interfere também nas propriedades de ligação, reológicas e estruturais desses produtos (WOOD ET AL., 2008; CHOI et al., 2009; CABRERA, SAADOUN, 2014). A gordura suína, popularmente conhecida como toucinho, é a fonte de lipídeos comumente utilizada para elaboração de tais produtos, pois apresenta características tecnológicas superiores em relação à carne/gordura de aves, devido à sua composição, apresentando elevados teores de ácidos graxos saturados, os quais exercem efeitos positivos no sabor e textura dos produtos finais, justificando seu amplo uso na indústria de carnes (OSPINA-E et al., 2010).

Entretanto, elevados teores de gorduras, principalmente às de origem animal, fornecem colesterol e ácidos graxos saturados à dieta, os quais estão associados ao risco de diversas doenças, como cardiovasculares, doenças cardíacas coronárias, obesidade e hipertensão, gerando preocupação para os consumidores, os quais, atualmente, buscam por um estilo de vida mais saudável, incluindo uma alimentação com teores reduzidos de colesterol e gordura (OZVURAL, VURAL, 2008; CHOI et al., 2009; BRASIL FOOD TRENDS 2020, 2010). Instituições Norte Americanas, incluindo a Organização Mundial da Saúde (OMS), emitiram recomendações em

relação à ingestão de gordura e colesterol. A ingestão de gorduras totais deve ser limitada a 30% (15 a 30%) do total de calorias, das quais somente 10% podem ser ácidos graxos saturados, 6-10% poli-insaturados (5 a 8% de ômega 6, e 1 a 2% de ômega 3), 10-15% monoinsaturados e menos de 1% trans, e o consumo de colesterol deve ser inferior a 300 mg por dia. Deste modo, a indústria está sob constante pressão para reduzir o teor de gordura de seus produtos ou modificar o perfil de ácidos graxos (World Health Organization - WHO, 2003; JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996).

Os hambúrgueres convencionais apresentam de 20 a 30% de gorduras em sua composição, sendo possível que ocorra redução (GIESE, 1992). No entanto, a redução do teor de gordura em produtos cárneos, utilizando somente a limitação em sua quantidade, acarreta perda de qualidade e de suas características funcionais e sensoriais, resultando em baixa aceitação pelo consumidor, principalmente em relação à textura (maciez), suculência e sabor (TROY, DESMOND, BUCKEY, 1999; JIMÉNEZ COLMENERO; CARBALLO; COFRADES, 2001). Egbert et al. (1991), Keeton (1994), Troutt et al. (1992a) e Youssef, Barbut (2011), relataram que a limitação do teor de gordura diminui a aceitação global, pois a redução do teor total para 10%, como geralmente ocorre, acarreta na obtenção de um produto seco, com maior firmeza, quebradiço, pouco suculento e saboroso, e com textura emborrachada. Portanto, para minimizar os efeitos nas propriedades sensoriais e tecnológicas, são empregados substitutos de gordura, como maltodextrina, gomas, hidrocolóides, amidos, óleos vegetais e fibras (OSPINA-E, et al., 2010).

3.3 Óleos vegetais

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2005), especificada na Resolução RDC n°270, óleos vegetais são definidos como “...produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais, podendo conter teores menores de outros lipídeos, como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres”, se apresentando na forma líquida à temperatura de 25 °C. Estes são considerados um dos produtos mais importantes extraídos de sementes, polpas (de alguns frutos) e gérmen (de alguns cereais) de diversas espécies vegetais, que correspondem às principais fontes de óleos; e aproximadamente 2/3 do total produzido é destinado ao consumo humano,

como constituinte de produtos alimentícios (FARIA et al., 2002; DAMODARAN, PARKIN; FENNEMA, 2010; MORETTO; FEET, 1998).

Os óleos vegetais são livres de colesterol, e apresentam melhor relação ácidos graxos insaturados/saturados em comparação às gorduras de origem animal. Alguns possuem elevados teores de ácidos graxos mono-insaturados e poli-insaturados (LIU, HUFFMAN, EGBERT, 1991; GIESE, 1992), portanto, a substituição parcial de gordura animal por estes óleos permite a obtenção de produtos mais saudáveis, com perfil de ácidos graxos e colesterol mais adequado (MUGUERZA et al., 2001). Os ácidos graxos mono e poli-insaturados, especialmente os poli-insaturados, levam à redução do colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade), contribuindo para a prevenção de doenças cardíacas, ao contrário das gorduras animais, altamente saturadas, que promovem o risco da doença (HU et al., 1997; GIESE, 1992). Entretanto a substituição da gordura animal por esses óleos pode provocar alguns problemas tecnológicos e sensoriais, os quais variam com o nível de substituição, assim como aumentar a susceptibilidade à oxidação (YUNES, 2010).

A oxidação lipídica é um processo de deterioração da qualidade de produtos ricos em gordura, sendo responsável pela produção de uma série de produtos de degradação, os quais produzem mal odor e sabor. Deste modo, embora a substituição da gordura animal possa beneficiar a saudabilidade dos produtos, podem ser obtidos efeitos negativos sobre a palatabilidade, principalmente se o óleo utilizado for rico em ácidos graxos poli-insaturados, que são mais susceptíveis à oxidação que os mono-insaturados (VALÊNCIA et al., 2008). Portanto, ao substituir a gordura animal por vegetal, deve-se selecionar uma matéria-prima que possua perfil lipídico ideal, visando sua estabilidade oxidativa e a mudança dos ácidos graxos do produto cárneo, tornando-o mais saudável para atender a demanda dos consumidores.

3.4 Óleo de Canola

Canola é um termo utilizado para nomear as sementes geneticamente modificadas da colza (*Brassica campestris* e *Brassica napus*), bem como os produtos provenientes de suas cultivares. A colza é cultivada desde tempos remotos, entretanto, o óleo extraído da mesma não tinha aplicação na área alimentícia, devido à presença de elevados teores de ácido erúico e glucosinolatos,

os quais eram potenciais causadores de problemas cardíacos e de redução do valor nutritivo, respectivamente; além de possuírem sabor amargo. Em estudo realizado no Canadá, envolvendo melhoramento genético, obteve-se uma planta com teores reduzidos de ácido erúxico (menos de 2%) e glucosinolatos (menos de 30 micromoles), a qual foi denominada canola, que provém da sigla inglesa “Canadian Oil Low Acid”, ou seja, “óleo canadense com baixo teor de ácidos”. Esta, com níveis seguros desses compostos, passou a fazer parte da dieta humana (O’BRIEN, 1998; MORETTO, FETT, 1998; LOPES, 2012; MUHAMMAD, KHALIL, KHAN, 1991).

Pertencente à família das crucíferas, e do gênero *brássica*, a canola possui cerca de 38% de óleo (LOPES, 2012). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, pela instrução normativa nº 49, que aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais, óleo de canola é o “óleo refinado extraído das sementes das espécies *Brassica campestris L.*, *Brassica napus L.* e *Brassica juncea L.*, por meio de processos tecnológicos adequados” (BRASIL, 2006).

O óleo de canola é considerado excelente fonte de ácido linolênico e oleico. Neste, há grande destaque na presença do ácido oleico, C18:1 (em torno de 61-62%), o qual, se presente na dieta, apresenta efeitos benéficos comparados ao dos ácidos graxos poliinsaturados, para a redução do nível de colesterol plasmático. Outra importante característica do óleo de canola é a presença dos menores teores de ácidos graxos saturados entre os óleos vegetais convencionais, contendo cerca de 7 a 8% destes, que corresponde a 50% dos níveis encontrados nos óleos de soja, milho e azeite de oliva. Além disso, ele possui níveis intermediários de ácidos graxos poliinsaturados, apresentando aproximadamente 22% de ácido linoleico (C18:2) e 10% de ácido linolênico (C18:3) com teores inferiores aos óleos de soja, milho, girassol e algodão, e superiores ao de amendoim e dendê (GIESE, 1996; FURUYA, HAIASHI, FURUYA, 1997; SCHERR, RIBEIRO, 2010; O’BRIEN, 1998). A composição de diferentes óleos vegetais pode ser observada na tabela 1.

Tabela 1 - Composição lipídica de óleos vegetais extraídos de canola, soja e girassol, em porcentagem.

Composição	Canola	Soja	Girassol	Milho
Saturadas	7-8%	17%	10%	16%
Ac. Palmítico	5%	14%	6%	13%
Monoinsaturadas	63%	24%	28%	35%
Ac. Oléico	61-62%	23%	28%	35%
Poliinsaturadas	28%	58%	61%	48%
Ac. Linoléico	21-22%	53%	61%	47%
Ac. Linolênico	6-7%	5-6%	0,4%	1%

Fonte: Scherr, Ribeiro (2010); O'Brien (1998); Furuya, Haiashi, Furuya (1990); Taco (2011).

Devido ao excelente perfil de ácidos graxos, se observa grande aceitação e interesse no consumo do óleo de canola, pois seus efeitos benéficos na saúde humana têm sido demonstrados, despertando interesse naqueles que buscam uma dieta saudável. Os benefícios são provenientes dos ácidos graxos insaturados, os quais previnem doenças cardiovasculares e circulatórias, devido à redução do colesterol total do sangue e do colesterol LDL (TOMM, 2007), à melhora da composição lipídica no sangue, aumentando os teores de ácido linolênico, que pode ser convertido a ácido eicosapentanóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) no corpo, além de possuir efeitos antitrombóticos e hipocolesterolêmico (GUSTAFSSON et al., 1994; NYDAHL et al., 1995; e KWON et al., 1991).

Portanto, devido à excelente composição em ácidos graxos, com os menores teores de ácidos graxos saturados, e teores intermediários de poliinsaturados, a adição deste a um produto cárneo se mostra vantajosa, agregando melhoria no teor nutricional do produto. Ademais, a escolha de um óleo rico em ácido graxo monoinsaturado, favorece sua estabilidade oxidativa, em relação aos outros óleos vegetais, os quais são mais poliinsaturados.

3.5 Fibras

Fibra alimentar é uma vasta categoria de ingredientes/componentes alimentares não digeríveis pelo trato digestivo, incluindo polissacarídeos não amiláceos, oligossacarídeos, e lignina (KACZMARCZYK, MILLER, FREUND, 2012). É definida,

segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na Resolução RDC nº 360 de 2003, como “...qualquer material comestível que não seja hidrolisado por enzimas endógenas do trato digestivo humano” (BRASIL, 2003), ou ainda como um componente de vegetais, os quais são resistentes à hidrólise pelas enzimas presentes no trato digestivo (FILISSETTI, 2006) e à absorção no intestino delgado (Associação Americana de Química de Cereais - AACC, 2001). São carboidratos, apresentando no mínimo dez unidades monoméricas (CODEX ALIMENTARIUS, 2010). A resistência à ação das enzimas digestivas ocorre devido ao tipo de ligação e configuração presente nestas, a beta, que culmina na impossibilidade de degradação das mesmas em unidades monossacarídeas, pela ausência da ação de enzimas; conseqüentemente esta não pode ser absorvida no intestino delgado (PINTO, 2007).

A fibra alimentar é resultado da combinação de várias substâncias químicas, e não é constituída de apenas um tipo de composto; estes formam uma rede na qual se encontram polissacarídeos ligados a proteínas, lignina, compostos fenólicos, minerais, água, fitatos, oxalatos, entre outros (ASP, 1992; FILISSETTI, 2006; BOAS, 1999), sendo encontrada em espécies vegetais, cereais integrais e em frutas (TOLEDO, 2013). Portanto, para ser definida como fibra dietética, alguns atributos/características devem ser visualizados. Esta deve ser uma espécie vegetal, um carboidrato ou derivado, uma combinação de moléculas, não hidrolisável por enzimas endógenas humanas, parcialmente fermentada por bactérias do cólon, e osmoticamente ativa (CUKIER, MAGNONI, ALVAREZ, 2005).

Algumas características possibilitam a diferenciação e agrupamento das fibras dietéticas em classes, as quais incluem a capacidade de solubilização na água (solúveis ou insolúveis), a fermentação microbiana no intestino grosso (fermentáveis ou não), e a viscosidade. Uma das classificações mais importantes se baseia na solubilidade. As fibras solúveis são solubilizadas em água a 100 °C e pH 6-7, enquanto as insolúveis não o são (PAPATHANASOPOULOS, CAMILLERI, 2010; SAAD, 2006; FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 2004). As primeiras incluem polissacarídeos, gomas e pectina; e têm as frutas, legumes, verduras, aveias, gomas e hidrocolóides como fonte; e a celulose, hemicelulose e lignina são classificadas como insolúveis, sendo fornecidas principalmente por cereais integrais e farelos (MUDGIL, BARAK, 2013; FERGUSSON, CHAVAN, HARIS, 2001). As

propriedades tecnológicas e funcionais estão diretamente relacionadas com a solubilidade das fibras (PERIAGO et al., 1993).

O consumo de fibras desperta grande interesse na área da saúde, pois diversas pesquisas já demonstraram que a ingestão, em quantidades suficientes, exercem efeitos benéficos à saúde e prevenção de diversas doenças, incluindo o câncer de intestino, doenças cardiovasculares, diabetes, atuam no controle de peso através da sensação de saciedade, auxiliando na redução da obesidade, e eliminam gorduras e toxinas prejudiciais ao organismo humano (PIMENTEL, FRANCKI, GOLLUCKE, 2005; EASTWOOD, 1992; CHEUNG, 2013). O consumo de fibras está associado também à redução dos níveis de colesterol e glicose sanguíneo, e às melhorias da função intestinal (MUDGIL; BARAK, 2013).

A propriedade de solubilidade interfere nos efeitos fisiológicos das fibras, e nos benefícios exercidos, separando-as entre as altamente fermentáveis no cólon, e que exercem efeitos na absorção de glicose e lipídios no intestino delgado, retardam a passagem intestinal, o esvaziamento gástrico e ajuda na redução do colesterol, que são denominadas fibras solúveis; e as que são pouco fermentadas, aceleram o trânsito intestinal, aumenta o volume fecal e reduz a hidrólise da glicose, que são as fibras insolúveis (REISER, 1987; PEREIRA, 2002).

Além dos benefícios à saúde, as fibras, como ingredientes alimentares, exercem efeitos tecnológicos altamente desejáveis, podendo ser aplicadas em diversas classes de produtos, como bebidas, carnes, sobremesas, produtos lácteos, biscoitos, pães e massas (GIUNTINI, LAJOLO, MENEZES, 2003). Devido às suas funcionalidades tecnológicas, seu uso interfere nas propriedades de capacidade de retenção de água, viscosidade, capacidade de formação de gel, capacidade quelante, e na textura (BORDERÍAS, SÁNCHEZ-ALONSO, PÉREZ-MATEOS, 2005).

Uma das propriedades mais importantes é a capacidade de retenção de água. Fibras solúveis e insolúveis possuem essa capacidade, contudo, esta é maior nas primeiras, e ambas podem ligar várias vezes seu peso em água, dependendo do comprimento e espessura de suas partículas e do pH do meio. Outra característica relevante é a viscosidade. As fibras possuem capacidade de formar soluções altamente viscosas, permitindo seu uso como espessantes em diversas classes de produtos, incluindo os cárneos. As fibras também apresentam capacidade de formação de gel, que é uma rede de polímeros, as quais retêm água e outros

solutos. Algumas fibras solúveis apresentam essa característica, como as pectinas e carragenas. Outra propriedade é a capacidade quelante. Muitas fibras podem se ligar a sais e íons, protegendo-os de reações oxidativas. Além dessas propriedades, esse componente atua alterando e melhorando a textura, contribuindo para obtenção de uma textura ideal em produtos cárneos reestruturados (BORDERÍAS, SÁNCHEZ-ALONSO, PÉREZ-MATEOS, 2005). Devido a essas propriedades, as fibras podem ser utilizadas como ingredientes em produtos cárneos, contribuindo para a obtenção de produtos suculentos e saborosos, com boa estrutura física (textura e fatiabilidade), e redução na perda por cozimento (FERNÁNDEZ-LÓPES et al., 2004; BORTOLUZZI, 2009).

Todas essas propriedades são responsáveis por garantir que os produtos cárneos elaborados com fibras como substitutos parciais da gordura tenham características semelhantes aos convencionais.

3.6 Frutas e resíduos do processamento

Ao longo dos anos, a produção mundial de frutas vem apresentando aumento significativo. Em 1996, a produção superou 500 milhões de toneladas, em 2009, atingiu 724,5 milhões de toneladas, e em 2010, 728,4 milhões. Os três principais produtores mundiais, China, Índia e Brasil, contribuem com 43,6% do total produzido no mundo. A China produziu, em 2010, 190,2 milhões de toneladas de frutas e a Índia, 86 milhões, alcançando, portanto, a contribuição com 26% e 12% da produção mundial, respectivamente. O Brasil é um importante produtor no aspecto de quantidade e diversidade de frutas, devido a sua extensão territorial e variação climática, atingindo o terceiro lugar em escala mundial, produzindo 41,5 milhões de toneladas em 2010 (5,7% da produção mundial), das quais a laranja, coco, banana, abacaxi, caju, mamão, castanha do Brasil e castanha de caju constituem as culturas de maior expressão (ANDRADE, 2012; SOUZA FILHO et al., 2000).

Do total produzido no Brasil, grande parte é destinada à indústria para elaboração de diversos produtos, pois, embora se tenha elevada demanda pelo produto fresco ou minimamente processado, há forte tendência no consumo de produtos industrializados, como conservas, doces, polpas congeladas, geleias, sucos, néctares e xaropes, que apresentam forte aceitação pelos consumidores (COSTA et al., 2007; LOUSADA JUNIOR et al., 2006; SANTANA, OLIVEIRA, 2005).

Entre esses produtos, o mercado de polpas congeladas e sucos é o que mais cresce no Brasil, principalmente pela possibilidade de se obter um produto prático, com características sensoriais e químicas semelhantes as da fruta *in natura*, e pela vida de prateleira, que permite o consumo de frutas provenientes de todas as regiões do país, e em qualquer época do ano (ABUD NARAIN, 2009; SALGADO, GUERRA, MELO-FILHO, 1999).

Entretanto, nos processos de transformação industrial, são geradas quantidades expressivas de resíduos, os quais representam cerca de 40 a 50% do total processado, podendo atingir até 70% do peso total, dependendo do fruto, e se constituem basicamente de cascas, caroços, bagaços e sementes (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006; EMBRAPA, 2003; SANTANA, OLIVEIRA, 2005; SCHAUB; LEONARD, 1996). Por definição, resíduo é o material descartado no processo produtivo, após obtenção do produto principal, os quais não possuem valor comercial devido a limitações de mercado ou tecnológicas, podendo prejudicar o ambiente se tratados erroneamente (NOLASCO, 2000). A geração deste representa um grande desafio para a indústria de alimentos, visto que a maior parte é descartada sem tratamento, podendo criar problemas ambientais, pois são altamente poluentes, devido à sua composição, sendo fonte de compostos orgânicos para micro-organismos, além de poluir águas e solos, prejudicando a qualidade de vida da população. Essa questão tem despertado grande preocupação, pois a taxa de geração de resíduos é superior à de sua degradação, agravando tal problema. Somado ao problema ambiental, os resíduos também são considerados como perda de biomassa, matéria-prima e energia, demandando investimento para seu tratamento, a fim de minimizar os problemas ambientais gerados; além de serem ricos em nutrientes que poderiam ser aproveitados pela indústria (ABUD, NARAIN, 2009; BACKES et al., 2007; PELIZER, PONTIERI, MORAES, 2007; STRAUS, MENEZES, 1993).

Portanto, devido à preocupação com os impactos ambientais e o desperdício, observa-se a importância de reduzir a geração de resíduos e reaproveitá-los, a fim de resgatar a energia e as matérias-primas que seriam perdidas, além de reduzir o volume descartado no ambiente, minimizando a poluição (GARMUS et al., 2009; STRAUS, MENEZES, 1993). Uma grande parte desses resíduos pode ser reaproveitada pela criação de alternativas econômica e tecnologicamente viáveis de uso, assim estes tornam-se subprodutos. Embora existam várias alternativas de

reaproveitamento, quando possível, recomenda-se transformá-los em matéria-prima para um novo processo, em um ingrediente a ser acrescentado em outro produto, agregando valor aos mesmos, e introduzindo-os na alimentação humana (CEREDA, 2000; BACKES et al., 2007).

O uso de resíduos como ingrediente alimentício vem de longa data, início da década de 1970, onde já foi observada a possibilidade da aplicação destes. Essa atividade foi, e ainda é considerada vantajosa, pela presença de materiais estratégicos para algumas indústrias, capazes de melhorar as propriedades organolépticas/tecnológicas como sabor, textura, aroma e cor, além de contribuir para melhoria do perfil nutricional, fornecendo fibras, vitaminas, minerais, e compostos bioativos, como os antioxidantes (OLIVEIRA et al., 2002; AQUINO et al., 2010; CAVALCANTI et al., 2010).

Algumas alternativas de aplicação como ingrediente alimentar já foram desenvolvidas, como o uso para produção de doces, óleos, sucos e farinhas. As farinhas de resíduos de frutas apresentam grande potencial, pois apresentam elevados teores de fibras, o que possibilita sua incorporação em diversas classes de alimentos, como laticínios, bebidas, sobremesas, amiláceos e carnes (PELIZER, PONTIERI, MORAES, 2007; OLIVEIRA et al., 2002; CAVALCANTI et al., 2010).

3.7 Abacaxi

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de abacaxi, que se constitui em uma das frutas preferidas dos brasileiros. Entre o período de 2010 a 2012, observou-se aumento significativo de produção (Figura 1): em 2010 foram produzidos 2,2 milhões e em 2012, 2,5 milhões de toneladas da fruta (FAO, 2014).

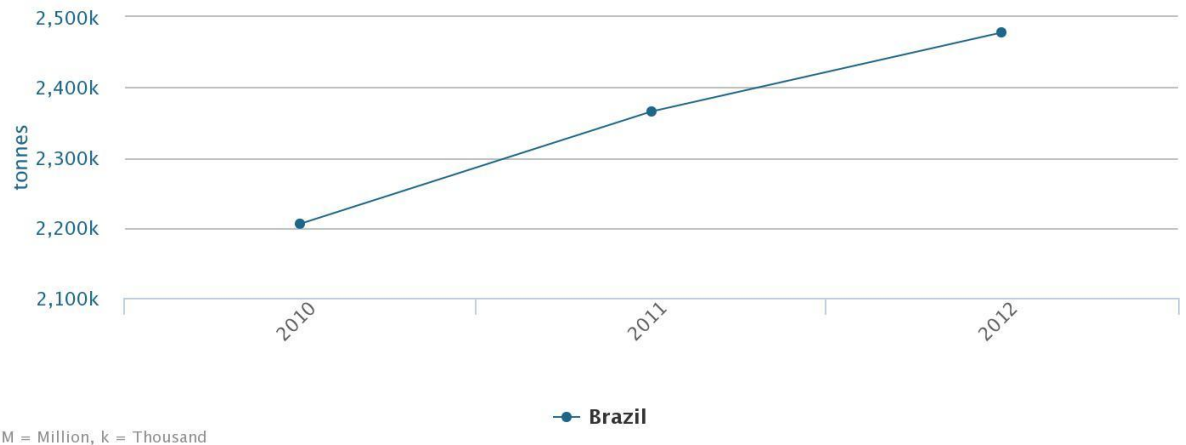


Figura 1 - Evolução da produção de abacaxi no Brasil entre 2010 a 2012. Fonte: Food and Agriculture Organization of the United States (FAO, 2014).

O abacaxi agrada muitos povos no mundo todo, não só pela percepção sensorial, mas também por suas qualidades nutritivas (PIEDADE, CANNIATTI-BRAZACA, 2003). Além de seu consumo *in natura*, a fruta é empregada como matéria-prima para elaboração de uma variedade de produtos alimentícios, dos quais há destaque para a polpa congelada. Entretanto, a polpa corresponde somente a 22,5% do fruto, sendo que o restante (77,5%) se divide em casca, 4,5%, e parte vegetativa, 73%. Portanto, na industrialização, se obtém elevado volume de resíduos, composto de cascas e do cilindro central, os quais possuem elevado potencial de aproveitamento como ingrediente alimentar, principalmente pelo seu elevado teor de fibras (COSTA et al., 2007; CARVALHO, CLEMENTE, 1981). Segundo Botelho, Conceição e Carvalho (2002), os resíduos do processamento de abacaxi são ótimas fontes de fibras alimentares, principalmente as insolúveis como hemicelulose, lignina e celulose.

Portanto, devido às propriedades tecnológicas das fibras, e seu alto teor nos resíduos de abacaxi, a utilização deste em produtos cárneos com redução de gordura, pode contribuir para manter características aceitáveis, do ponto de vista tecnológico e sensorial.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Preparo do subproduto de abacaxi

Os subprodutos do processamento de abacaxi, constituídos do bagaço da polpa e das cascas, foram fornecidos pela indústria de polpa de frutas Demarchi, a qual se localiza em Jundiaí, interior de São Paulo. Na indústria, os frutos foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm, permanecendo nesta por 15 minutos, e enxaguados em água corrente. Então, o material foi levado ao extrator de polpas, onde o subproduto de abacaxi foi coletado. Posteriormente, os subprodutos foram levados ao laboratório de Nutrição Humana e Alimentos, pertencente ao Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição – LAN da ESALQ/USP, onde foram liofilizados, embalados em filme de polietileno de alta densidade (PEAD), e mantidos à temperatura de -18 °C até o momento de uso. Antes de realizar o processamento dos hambúrgueres, os subprodutos foram moídos em moinho de facas e peneirados em peneira de 40 mesh (0,42 mm) (Figura 2).

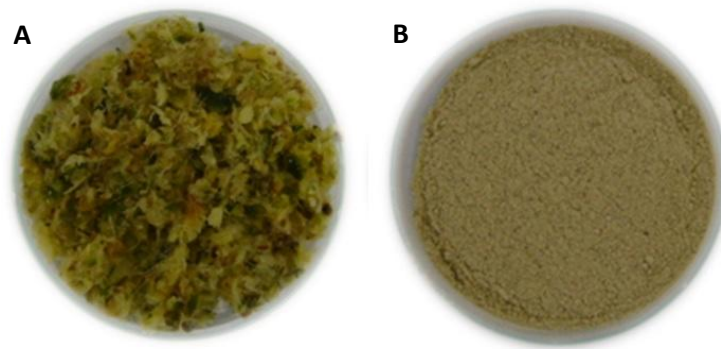


Figura 2 - Subprodutos do processamento de abacaxi. A: subproduto de abacaxi fresco. B: subproduto de abacaxi liofilizado e moído.

4.2 Processamento dos hambúrgueres bovinos

O processamento dos hambúrgueres foi realizado na Planta de Processamento de Carnes da ESALQ/USP, utilizando-se carne bovina (acém) e gordura suína como matérias-primas, as quais foram previamente submetidas às análises de quantificação de gorduras, através do método de extração Soxhlet (AOAC, 2010). O teor de lipídios nas matérias-primas, e o nível de gordura desejado no produto final foram considerados para o ajuste das proporções utilizadas na elaboração dos produtos.

Para o processamento dos hambúrgueres, a carne bovina foi submetida a processo de limpeza, onde houve retirada de tecido conectivo e excesso de gordura.

Posteriormente, o acém e a gordura foram congelados e moídos em moedor com disco de 12 mm. Então, a carne foi pesada e distribuída em cinco bandejas, onde houve a adição dos outros ingredientes, sendo a gordura, a água gelada, o subproduto de abacaxi (somente em dois tratamentos), o óleo de canola (somente em dois tratamentos), 1,5% de sal e 1% de mistura global para hambúrguer IBRAC (sal, maltodextrina, polifosfato de sódio, eritorbato de sódio, especiarias naturais e glutamato monossódico). O óleo de canola adicionado foi emulsificado através da mistura de oito partes de água e uma de proteína isolada de soja, por dois minutos, sendo posteriormente emulsificado novamente com dez partes de óleo de canola por mais três minutos (HOOGENKAMP, 1989).

Os ingredientes foram misturados manualmente, e a massa cárnea foi moldada na forma de hambúrgueres em duas pesagens diferentes, de 100 e 30 gramas (Figura 3). As duas pesagens deram origem a hambúrgueres de tamanho convencional (100g), os quais foram utilizados para avaliação das propriedades de cozimento, e hambúrgueres pequenos (30g), para as demais análises, a fim de se obter uma quantidade ideal de amostra.

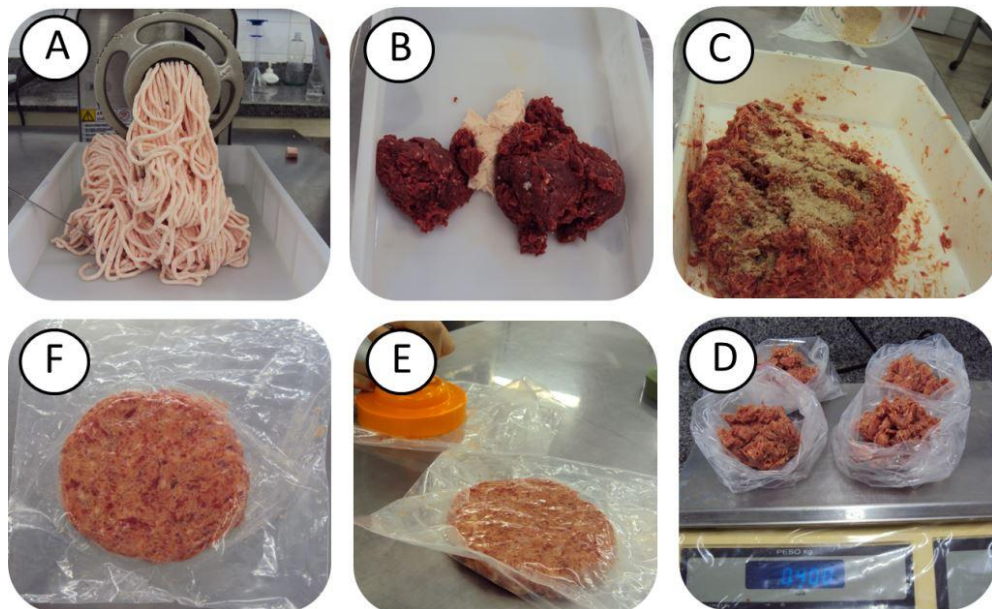


Figura 3 - Etapas do processamento dos hambúrgueres. A: moagem da carne e da gordura animal; B: pesagem da carne e da gordura animal; C: mistura dos ingredientes; D: pesagem da massa cárnea; E: moldagem dos hambúrgueres; F: embalagem dos hambúrgueres.

Foram elaboradas cinco formulações, variando-se o teor e tipo de gordura adicionados e o acréscimo de subprodutos do processamento de abacaxi:

hambúrguer convencional (CN), apresentando teor de gordura de 20%, que corresponde ao produto comercial, e hambúrgueres com redução de 50% no nível de lipídeos (10%), dentre eles, a formulação controle (CT), a qual não apresenta adição de substitutos de gordura (óleo de canola e subproduto de abacaxi), uma formulação com 1,5% de subproduto de abacaxi (AB), uma formulação com adição de 5% de óleo de canola (OC), e uma com adição de 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola (AO) (Tabela 2). O nível de 1,5% de subproduto de abacaxi foi previamente determinado a partir de testes realizados em hambúrgueres com concentrações de 1%, 1,5%, 2% e 2,5%. Entre estes, observou-se que os produtos com as melhores características foram os que continham teor de 1,5%. A concentração de 5% de óleo de canola foi determinada após pesquisa bibliográfica. Lopez-Lopez et al. (2011) e Rodrigues-Carpena, Morcuende e Estevez (2012) utilizaram óleos vegetais como substitutos de gordura em hambúrgueres, na concentração de 5%, e obtiveram bons resultados, principalmente na melhoria do perfil de ácidos graxos.

Tabela 2 - Formulação em gramas para elaboração de hambúrguer de 100 g.

Formulações	Ingredientes (g)						
	Carne Bovina	Toucinho	Óleo de canola	Subproduto de abacaxi	Sal	Mistura para hambúrguer	Água gelada
CN	70	20	0	0	1,5	1	7,5
CT	70	10	0	0	1,5	1	17,5
AB	70	10	0	1,5	1,5	1	16
OC	70	10	5	0	1,5	1	12,5
AO	70	10	5	1,5	1,5	1	11

Legenda: CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola.

Os hambúrgueres crus foram embalados em filme de polietileno de alta densidade (PEAD) e congelados a -18 °C. Para realizar as análises em hambúrgueres crus, estes foram descongelados permanecendo sob refrigeração por período de aproximadamente 12 horas, e para os cozidos, as amostras

descongeladas foram submetidas ao cozimento em chapa elétrica, no momento das análises, até o produto atingir a temperatura interna de 85 °C.

Após a realização de testes preliminares, observou-se que a formulação de hambúrguer que continha subproduto de abacaxi apresentou, após cozimento, textura frágil e quebradiça. Este efeito poderia ser resultado da ação da bromelina, uma enzima proteolítica presente no abacaxi. Deste modo, a fim de inativar a enzima, o subproduto liofilizado foi tratado termicamente em estufa a 100 °C por 2 horas. De acordo com França-Santos et al. (2009), a uma temperatura de 70 °C, a enzima já perde sua atividade.

4.3 Composição Centesimal

Em hambúrgueres cozidos, foram realizadas análises de teor de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas seguindo a metodologia da AOAC (2010), todas em triplicata. A mensuração do teor de fibras foi realizada através de cálculos para conversão dos teores adicionados nas formulações AB e AO (contendo subproduto de abacaxi), em quantidade presente no produto, ajustando para a pesagem final dos hambúrgueres.

O teor de umidade foi realizado através do método gravimétrico, envolvendo secagem das amostras em estufa a 105 °C, até peso constante. As amostras de hambúrgueres cozidos foram moídas e homogeneizadas, e pesadas individualmente (1 grama) em cápsula previamente seca e tarada. Esta foi levada à estufa e após a secagem, pesou-se novamente a cápsula, obtendo, por diferença, o teor de umidade das amostras. O teor proteico foi determinado através da quantificação do nitrogênio das amostras pelo método de Kjeldahl, e utilizou-se o fator de conversão 6,25. Foram pesados 0,1 grama da amostra seca em tubo de digestão, no qual foi adicionada a solução digestora. Seguiu-se o procedimento de digestão em bloco digestor, destilação com ácido bórico e hidróxido de sódio, e titulação, com ácido sulfúrico. O teor lipídico foi determinado utilizando-se a extração por Soxhlet. As amostras secas foram pesadas (1 grama) em papel filtro tarado, o qual foi submetido ao processo de extração com éter de petróleo a 50°C, por aproximadamente 4 horas. Após esse período, os lipídeos extraídos foram levados à estufa à 105°C para evaporação do solvente. Para determinação das cinzas, foram pesados 1 grama de cada amostra em cadinho previamente seco e tarado, o qual foi submetido ao

aumento gradual de temperatura em forno mufla, até atingir 550 °C, permanecendo nesta até adquirir coloração branca ou acinzentada. Após esse período, os cadinhos foram dispostos em um dessecador, e posteriormente pesados. Após a realização dessas determinações, foi obtido o teor de carboidratos por diferença, através do cálculo:

% Carboidratos = 100 – (% umidade + % cinza + % lipídeo + % proteína + % fibra alimentar).

4.4 Valor Calórico

O valor calórico foi calculado para 100g dos hambúrgueres cozidos, utilizando-se a seguinte equação:

Valor calórico

$$= (g \text{ de proteína} \times 4) + (g \text{ de carboidrato} \times 4) + (g \text{ de lipídeos} \times 9)$$

4.5 Cor

A cor foi determinada nos produtos crus e cozidos utilizando-se o colorímetro Minolta, o qual forneceu os parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade do vermelho/verde), e b* (intensidade do amarelo/azul) do sistema CIELAB, com fonte iluminante D65. Para as amostras cozidas, retirou-se uma fina camada da superfície de um dos lados dos hambúrgueres, a fim de eliminar a crosta formada durante a cocção em chapa elétrica. A leitura foi realizada em três hambúrgueres de cada tratamento, com medição de três pontos.

4.6 pH

O pH foi determinado em três hambúrgueres crus e cozidos, realizando-se a leitura em três pontos com eletrodo de penetração de corpo de vidro. O potenciômetro utilizado é da marca Oakton, pH 300, série 35618, com termômetro acoplado.

4.7 Atividade de água

A atividade de água foi determinada após o processamento, a 25 °C, em amostras moídas e homogeneizadas de três hambúrgueres crus e cozidos de cada tratamento, realizando-se uma medição para cada um deles. O aparelho utilizado foi o Aqualab 4TE.

4.8 Retenção de umidade e lipídeos

A retenção de umidade e lipídeos foi determinada em três hambúrgueres de cada tratamento, após o cozimento, seguindo a metodologia descrita por Sánchez-Zapata et al. (2010). Os resultados foram expressos em porcentagem, e obtidos a partir das seguintes equações:

% Retenção de umidade

$$= \frac{(\text{peso hambúrguer cozido} \times \% \text{ umidade hambúrguer cozido}) \times 100}{\text{peso hambúrguer cru} \times \% \text{ umidade hambúrguer cru}}$$

% Retenção de lipídeos

$$= \frac{(\text{peso hambúrguer cozido} \times \% \text{ lipídeos hambúrguer cozido}) \times 100}{\text{peso hambúrguer cru} \times \% \text{ lipídeos hambúrguer cru}}$$

4.9 Perda de peso por cozimento

Foi realizada segundo a American Meat Science Association – AMSA (1978), por meio da obtenção do peso de três hambúrgueres de cada tratamento, antes e após cozimento. Os resultados foram expressos em porcentagem, e obtidos a partir da seguinte equação:

$$\% \text{ perda de peso} = \frac{(\text{peso hambúrguer cru} - \text{peso hambúrguer cozido}) \times 100}{\text{peso hambúrguer cru}}$$

4.10 Redução do diâmetro

Foi realizada segundo Sánchez-Zapata et al. (2010), através da medida do diâmetro de três hambúrgueres de cada tratamento (Figura 4), antes e após cozimento. Os resultados foram expressos em porcentagem, e obtidos a partir da seguinte equação:

% redução do diâmetro

$$= \frac{(\text{diâmetro hambúrguer cru} - \text{diâmetro hambúrguer cozido}) \times 100}{\text{diâmetro hambúrguer cru}}$$



Figura 4 - Medida do diâmetro dos hambúrgueres com auxílio de um paquímetro digital.

4.11 Análise de perfil de textura (TPA)

Foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Sánchez-Zapata et al. (2010), utilizando-se o texturômetro TA-XT Plus. Amostras cilíndricas de hambúrgueres cozidos, com diâmetro de 2,5 cm, foram submetidas a uma carga de compressão de 25 kg e velocidade de 20 cm/min, sendo comprimidas duas vezes a 75% de sua altura original, utilizando-se um probe de 3,5 cm de diâmetro, e trigger de 5 g (Figura 5). Desse modo, foram avaliadas sua coesividade, dureza, elasticidade e mastigabilidade. A determinação foi realizada em quatro hambúrgueres de cada tratamento, com quatro amostras cada, as quais permaneceram a 25 °C até o momento da análise.



Figura 5 - Análise do perfil de textura de hambúrgueres cozidos.

4.12 Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos foi determinado em hambúrgueres crus e cozidos, após processamento, a fim de identificar as alterações no perfil lipídico dos produtos devido à incorporação de óleo de canola e do cozimento das amostras. Para a extração dos ácidos graxos, foi empregado o método de Bligh e Dyer (1959), no qual há a extração dos lipídeos da amostra por meio da adição de uma mistura de clorofórmio e metanol a frio. Após a obtenção dos ácidos graxos, estes foram convertidos a ésteres metílicos de ácidos graxos, através do método de Hartman e Lago (1973), que envolve a saponificação e esterificação da amostra lipídica, utilizando-se um padrão interno (ácido tridecanóico – C13:0). Foram pesadas 50 mg da amostra lipídica em tubo falcon, na qual adicionou-se 3 mL de solução de padrão interno previamente preparada, e 2 mL do reagente de saponificação (NaOH 0,5N). O tubo foi submetido à agitação e ao aquecimento a 70 °C por 5 minutos, a fim de dissolver os glóbulos de gordura presentes. Após esse período, os tubos foram resfriados em água corrente, e adicionou-se 2,5 mL do reagente de esterificação, agitando-o novamente e submetendo-o a um novo processo de aquecimento (70 °C por 5 minutos). Os tubos foram resfriados e foram adicionados 5 mL de hexano, agitou-se por 30 segundos e adicionou-se 5 mL de solução salina saturada, agitando novamente para separar as fases. Após a separação de fases, a fase superior contendo os ésteres metílicos foi coletada e transferida para outro tubo, no qual adicionou-se 5 mL de água destilada. Houve nova separação de fases, e a fase superior foi novamente recolhida e transferida para um tubo de ensaio no qual foi

adicionado sulfato de sódio anidro. Os ésteres metílicos foram então recolhidos e dispostos em eppendorfs, e armazenados a -20 °C até o momento da análise.

Posteriormente, seu perfil foi determinado utilizando-se um cromatógrafo a gás Shimadzu 2010 – Plus, com uma coluna capilar, acoplado a um detector de ionização de chama. Foi realizada a injeção de 0,3 µl, e utilizou-se uma programação de temperatura de 130 °C (1 min), 130 °C a 170 °C (6,5°/min), 170 °C a 215 °C (2,75 °C/min), 215 °C (12 min), 215 a 230 °C (40 °/min) e 230 °C (6 min). As temperaturas do injetor e detector foram, respectivamente, de 270 °C e 280 °C. Os ácidos graxos de 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16 (cis e trans), 17, 18 (cis e trans), 20, 22 e 24 átomos de carbono, saturados e insaturados, foram identificados através de comparação com os dados obtidos do CG de padrões metilados e eluídos nas mesmas condições. A análise foi realizada em triplicata.

4.13 Oxidação lipídica

A fim de identificar a estabilidade oxidativa durante o armazenamento, foi realizada a determinação da oxidação lipídica em hambúrgueres crus e cozidos, em triplicata, ao longo do período de estocagem. As amostras foram armazenadas congeladas por um período de quatro meses, sendo analisadas a cada 30 dias (0, 30, 60, 90 e 120 dias). A identificação da estabilidade foi avaliada através da extração e quantificação de malonaldeído, o qual foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Vyncke (1970), Vyncke (1975), Sorensen, Jorgensen (1996) para a extração, e Bergamo et al. (1998), para quantificação em cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE).

Foram pesados 5 gramas de cada amostra separadamente em tubos falcon, e adicionou-se 15 mL de ácido tricloroacético (TCA), homogeneizando-os no Ultraturrax a 3500 rpm por 45 segundos. A mistura foi filtrada e transferiu-se 5 mL do filtrado em tubo de ensaio, onde foi adicionado 5 mL de ácido tiobarbitúrico (TBA), os quais foram posteriormente agitados e incubados em banho-maria a 100 °C por 40 minutos. As soluções foram resfriadas em gelo, e retirou-se uma alíquota de 1,5 mL de cada amostra, as quais foram filtradas novamente (filtro 0,45 µm) em vials. As amostras foram injetadas em cromatógrafo líquido Shimadzu Prominence – 20 AT, acoplado a um detector de fluorescência. A coluna foi eluída isocraticamente a 40 °C com 85 % tampão de fosfato de sódio 5mM (pH 7,0) e 15 % acetonitrila, a taxa de

1mL/min. O detector de fluorescência foi ajustado a λ 515 nm (excitação) a λ 543 (emissão), e utilizou-se um padrão de malonaldeído (tetraetoxipropano) em diferentes concentrações para obtenção da curva de calibração.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição Centesimal

O teor de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos foram determinados pela metodologia preconizada pela AOAC (2010), e os resultados se encontram expressos na tabela 3. O teor de fibras foi obtido pelo cálculo da quantidade de subproduto adicionado considerando o seu teor de fibra.

Tabela 3 - Composição centesimal, em g/100g, das cinco formulações de hambúrgueres cozidos (média \pm desvio padrão).

Tratamentos	Umidade	Proteínas	Lipídeos	Cinzas	Fibra alimentar	Carboidratos
CN	54,85 \pm 0,02 ^d	22,19 \pm 0,69 ^a	18,43 \pm 0,14 ^a	4,15 \pm 0,05 ^a	-	0,38
CT	58,60 \pm 0,09 ^c	21,42 \pm 1,18 ^{ab}	12,56 \pm 0,22 ^{bc}	3,95 \pm 0,07 ^b	-	3,47
AB	63,42 \pm 0,32 ^a	17,56 \pm 1,46 ^c	12,04 \pm 0,24 ^{cd}	3,73 \pm 0,04 ^c	1,04	2,20
OC	58,99 \pm 0,09 ^c	21,86 \pm 1,03 ^{ab}	13,00 \pm 0,11 ^b	3,98 \pm 0,01 ^b	-	2,17
AO	60,93 \pm 0,19 ^b	19,57 \pm 0,32 ^{bc}	11,77 \pm 0,20 ^d	3,99 \pm 0,02 ^b	1,04	2,70

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma coluna são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, e os que apresentam letras diferentes, são distintos entre si, de acordo com o teste de Tukey.

Em relação à umidade, os tratamentos AB e AO apresentaram os maiores teores, e diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), sendo superior no primeiro. O alto teor presente no AB pode ser resultado de três principais fatores, dentre eles o teor de água adicionado, que foi superior aos tratamentos OC, AO e CN; o teor de gordura inferior ao CN; e a presença de fibras provenientes do subproduto de abacaxi, as

quais são capazes de proporcionar maior retenção de umidade (CHOI et al., 2009). A umidade do AO foi inferior à do AB devido a menor quantidade de água, e maior teor de lipídeos presentes. A formulação CN apresentou o menor teor de umidade e diferiu estatisticamente das demais ($p < 0,05$). Do mesmo modo, esse efeito provavelmente foi devido ao menor teor de água e maior quantidade de gorduras adicionados durante o processamento. Resultados semelhantes foram reportados por Choi et al. (2009) em massas cárneas, os quais encontraram teores de umidade similares para o tratamento CN, e para as formulações nas quais foram adicionados o óleo de canola e fibras. Os autores verificaram também o aumento do teor de umidade nos hambúrgueres elaborados com fibras de farelo de arroz e óleos vegetais em relação ao tratamento controle, assim como o observado no presente estudo. Fernandes-Guínés et al. (2004) também relataram o aumento da umidade através da adição de albedo de limão como fonte de fibras em relação ao controle (sem fibras), e tal resultado foi devido à capacidade de manutenção da água durante a cocção.

O teor proteico presente no tratamento convencional (CN) foi semelhante ao CT e OC ($p < 0,05$), indicando que a redução de gordura e/ou adição de óleo de canola não interferiu no mesmo. Esse resultado está em concordância ao reportado por Rodríguez-Carpena, Morcuende e Estevés (2012), que encontraram teor proteico de 22,09% em hambúrguer convencional, e pequenas variações não significativas ($p < 0,05$) em tratamentos com substituição parcial de gordura (50%) com óleos vegetais (abacate, girassol e oliva). Os tratamentos onde houve adição de subproduto de abacaxi (AB e AO) apresentaram as menores concentrações de proteína, sendo semelhantes ($p < 0,05$). Esse resultado provavelmente se deve à composição do subproduto de abacaxi, o qual contém elevados teores de fibra alimentar (69,64g/100g) e baixo conteúdo proteico (4g/100g), valores previamente determinados. Assim, a adição deste ingrediente provocou a diluição do teor proteico, gerando redução na quantidade presente em 100g de hambúrguer, quando comparado aos demais tratamentos. Esse resultado está em concordância ao reportado por Choi et al. (2012), os quais verificaram a diminuição do teor proteico em hambúrgueres suínos com redução de gordura (de 20% para 10%) e adição de ingrediente rico em fibra, em comparação ao tratamento controle (similar ao CN do presente estudo).

Os valores de proteínas encontrados em todos os tratamentos estão de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, Instrução Normativa nº 20 (BRASIL, 2000), que determina teor mínimo de 15%.

O conteúdo de lipídeos foi superior no hambúrguer convencional (CN) e diferiu ($p < 0,05$) dos demais tratamentos. Essa formulação apresenta maior teor de gordura animal, contendo 20%, em comparação com as demais, nas quais houve redução do conteúdo para 10%. Além do teor lipídico, no CN houve menor adição de água, contribuindo também para esse resultado. Portanto, devido à diferença de conteúdo lipídico entre o tratamento convencional e os demais, constata-se que a redução de gordura e/ou adição de substitutos foi positiva no ponto de vista nutricional dos produtos. Os tratamentos CT e OC não diferiram entre si ($p < 0,05$), e apresentaram teor intermediário de lipídios, e os tratamentos contendo fibras exibiram as menores quantidades, provavelmente em virtude da umidade e fibras mais elevada nesses hambúrgueres. Em todos os casos, as proporções de lipídeos se encontraram dentro dos limites (máximo de 23%) estabelecidos na legislação vigente (BRASIL, 2000).

Esses resultados estão em concordância com os relatados por Choi et al. (2009), os quais verificaram maior teor lipídico no tratamento controle (sem redução no teor de gordura) em comparação aos demais (com redução no teor de gordura e adição de fibras de farelo de arroz e óleo vegetal como substitutos), e por Fernández-Guínés et al. (2004), que constataram que a presença de fibra contribuiu para a redução do teor de gordura.

Em relação às cinzas, o maior teor foi encontrado na formulação CN, a qual diferiu estatisticamente das demais ($p < 0,05$), seguida do AO, OC e CT, que foram semelhantes entre si ($p < 0,05$), e do AB, que diferiu de todas ($p < 0,05$). As cinzas presentes nos hambúrgueres são provenientes do toucinho (0,7g/100g no toucinho frito), do subproduto de abacaxi (2,45g/100g, previamente determinado), do sal (99,4%), da carne bovina cozida (0,8g/100g), e da mistura para hambúrguer (TACO, 2011). Dentre esses ingredientes, há variação nas quantidades de toucinho e subproduto de abacaxi entre as formulações; portanto, a adição destes interferiu nas diferenças no teor de cinzas entre os tratamentos, sendo observada maior quantidade de cinzas no hambúrguer com maior adição de toucinho. Além disso, o teor de umidade também interferiu no conteúdo de cinzas, pois quanto menor, maior a concentração dos demais compostos. Desse modo, o elevado conteúdo de cinzas

no CN pode ser devido ao menor teor de água presente neste, assim há concentração dos demais compostos; no AO, CT e OC foram detectados valores intermediários de umidade, portanto a concentração das cinzas foi intermediária; e no AB, que apresentou a maior umidade entre os tratamentos, o conteúdo de cinzas foi o menor. Tendo em vista que, dentre os ingredientes da formulação, a água é o que apresenta a menor contribuição para o teor de cinzas, o principal fator que causou variação no teor das mesmas, foi a umidade dos hambúrgueres. Observou-se também que a adição das fibras contribuiu para a redução do teor de cinzas (AB), o que é decorrente da maior retenção de umidade nestes. Resultados contrários foram relatados por Sánchez-Zapata et al. (2010), López-Vargas et al. (2014), e Fernández-Guínés et al. (2004), os quais verificaram que a adição de fibras aumentou o teor de cinzas. Essa diferença pode ser decorrente do teor de fibras adicionado, pois nos estudos anteriores, houve acréscimo de quantidade mais elevada (variando de 2,5% a 15%) em comparação com o presente estudo, e também devido ao tipo de fibra que pode absorver menos água do que a do abacaxi. Desse modo, devido à baixa concentração de fibras e alta capacidade de retenção de água, esta não foi suficiente para elevar o teor de cinzas nos hambúrgueres, e contribuiu para a maior retenção de umidade, o que provocou redução ainda maior desse componente.

Para a quantificação das fibras nos produtos, utilizou-se o teor presente no subproduto de abacaxi (69,64g/100g, previamente determinado) e a quantidade adicionada. Nas formulações AB e AO adicionou-se 1,5g/100g de subproduto de abacaxi; portanto, como 69,64% deste peso é composto de fibras, tem-se o teor de 1,04g/100g de fibras em ambas as formulações. Devido à ausência de fibras em carnes, as formulações AB e AO foram as únicas que apresentaram as fibras, pois esta foi proveniente da adição do subproduto de abacaxi.

O conteúdo de carboidratos disponíveis nos hambúrgueres foi superior no controle (CT), seguido do AO, AB, OC, e CN. Essas quantidades foram calculadas por diferença, deste modo, o teor dos demais componentes interfere significativamente nestas. O tratamento CN apresentou teor de carboidratos inferior aos demais; isso pode ser devido ao maior teor de cinzas, lipídeos e proteínas presentes neste, os quais contribuíram para a redução dos carboidratos. O oposto foi observado para o tratamento controle (CT), que contém a maior fração de carboidratos, a qual decorre do fato de ter apresentado redução da gordura sem

adição de outros ingredientes como substituto. Deste modo, houve redução dos demais componentes, o que contribuiu para a obtenção de um teor mais elevado de carboidratos. Para os tratamentos nos quais houve adição de fibra e/ou óleo de canola como substitutos (AB, OC e AO), os teores de carboidratos obtidos foram similares e intermediários. Os valores encontrados, exceto da formulação CN, estão próximos ao especificado na legislação vigente, a qual indica um teor de 3% em hambúrgueres (BRASIL, 2000).

A tabela 4 mostra a composição centesimal de hambúrguer bovino comercial frito. Comparando-se o teor de cada componente observa-se que os resultados obtidos para o hambúrguer convencional (CN) se assemelha ao relatado por Taco (2011), exceto o de carboidratos.

Tabela 4 - Composição centesimal de hambúrguer bovino frito em g/100g.

Hambúrguer Bovino Frito	
Umidade	52,5
Proteína	20,0
Lipídeos	17,0
Carboidratos	6,3
Fibra	-
Cinzas	4,2

Fonte: TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011).

O teor de carboidratos encontrado foi inferior ao relatado por Taco (2011). Isso pode ser devido aos erros nas análises dos outros componentes, visto que a quantificação dos carboidratos foi realizada por diferença, e também a diferente formulação do hambúrguer analisado e do apresentado pela tabela de composição (TACO, 2011). Deste modo, pode ser que pequenos erros nas demais análises, ao serem somados, tenham interferido no teor final desse macronutriente. Contudo, os valores de carboidratos encontrados no presente estudo, estão mais adequados ao estabelecido na legislação (BRASIL, 2000) em comparação ao reportado por TACO (2011).

5.2 Valor Calórico

Os valores calóricos, em Kcal, das cinco formulações de hambúrguer estão expressos na figura 6.

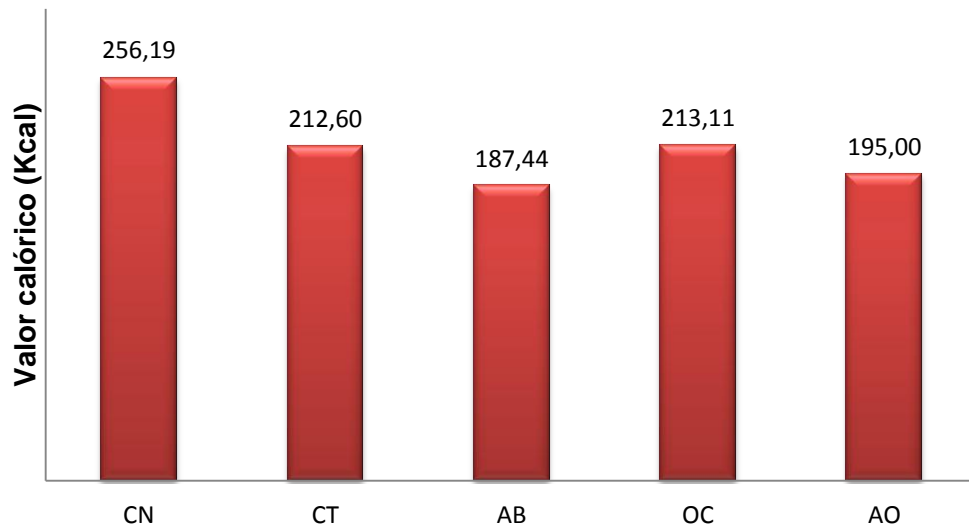


Figura 6 - Valor calórico das cinco formulações de hambúrgueres, em Kcal. CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola.

Conforme esperado, o tratamento CN apresentou o maior valor calórico, pois neste houve adição de maior quantidade de gorduras no processamento (20%), e o mesmo contém os teores mais elevados de lipídeos e proteínas. Para os demais tratamentos, a redução no teor de gordura de 20% para 10% resultou em menores valores calóricos.

Entre as formulações CT e OC, observa-se que a adição de óleo de canola influenciou pouco no aumento do valor calórico, pois este foi semelhante para ambos. Mas, diferentemente da substituição parcial com óleo de canola, o uso de subproduto de abacaxi provocou maior redução no valor calórico em relação ao CT. Os hambúrgueres AB e AO apresentaram os menores valores calóricos, que é resultado do seu baixo teor proteico e lipídico em relação aos demais, e presença de fibra alimentar. Entre eles, o AO apresentou valor ligeiramente superior ao AB, devido ao maior conteúdo de proteínas e carboidratos presentes. Esses resultados mostram a eficácia da redução da gordura animal e adição de substitutos para diminuir o valor calórico dos hambúrgueres.

O valor calórico do hambúrguer convencional (CN) foi semelhante ao relatado por TACO (2011), que apresenta valores de 258 Kcal. Em relação à tendência observada em todos os tratamentos, resultados similares foram descritos por Choi et al. (2012), os quais verificaram o mesmo efeito de redução do valor calórico dos hambúrgueres elaborados com menor teor de gordura e adição de fibras, em comparação ao convencional. Os autores observaram que a redução de gordura suína de 20 para 10%, provocou redução de 80 Kcal em hambúrgueres suínos, e que a adição de um composto rico em fibras, contribuiu para maior redução nestes valores. Desse modo, os resultados observados estão em concordância com os relatados por Choi et al. (2012).

5.3 Cor instrumental

A coloração dos hambúrgueres foi avaliada através da determinação da luminosidade (parâmetro L*), intensidade de vermelho/verde (parâmetro a*) e intensidade de amarelo/azul (parâmetro b*). Os resultados obtidos estão expressos na tabela 5.

Tabela 5 - Cor instrumental em hambúrgueres crus e cozidos, de acordo com os parâmetros L*, a* e b* (média ± desvio padrão).

		Cor Instrumental				
		Tratamentos				
		CN	CT	AB	OC	AO
Crus	L*	54,55±0,52 ^a	46,92±1,02 ^c	46,93±0,6 ^c	51,38±0,57 ^b	48,80±0,88 ^c
	a*	23,63±1,06 ^a	23,69±0,77 ^a	20,81±0,8 ^b	25,52±1,0 ^a	20,93±0,44 ^b
	b*	15,35±0,56 ^{ab}	13,50±0,32 ^c	14,41±0,36 ^{bc}	15,79±0,6 ^a	15,03±0,63 ^{ab}
Cozidos	L*	46,81±0,21 ^{cd}	46,53±0,57 ^d	51,19±0,18 ^a	47,59±0,02 ^c	50,05±0,48 ^b
	a*	8,95±0,33 ^b	9,97±0,12 ^a	8,38±0,17 ^{bc}	9,84±0,2 ^a	8,24±0,29 ^c
	b*	10,21±0,26 ^c	9,84±0,23 ^c	11,35±0,24 ^b	11,20±0,19 ^b	12,13±0,41 ^a

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma linha são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, e os que apresentam letras diferentes, são distintos entre si, de acordo com o teste de Tukey.

Em relação à luminosidade, observa-se que nos hambúrgueres crus os maiores valores se encontraram nos tratamentos CN e OC, os quais diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). No tratamento CN, a maior luminosidade pode ser decorrente da presença do teor de gordura mais elevado em relação aos demais, pois a mesma apresenta coloração branca, contribuindo para obtenção de um produto mais claro. No caso do OC, que apresentou o segundo maior valor de L^* , houve redução da gordura para 10%, entretanto foi adicionada emulsão de óleo de canola, a qual possui coloração amarelo clara, que pode ter contribuído para a obtenção de um produto com maior luminosidade. Além disso, os glóbulos de óleo de canola são menores que os de gordura animal, e refletem mais a luz, devido à maior área da superfície, contribuindo para a luminosidade (YOUSSEF, BARBUT, SMITH, 2011). Resultados semelhantes foram encontrados por Bortoluzzi (2009), o qual avaliou mortadelas com redução no teor de gordura. A formulação controle também apresentou maior luminosidade, o que, segundo o autor, pode ser decorrente do teor de gordura superior a das demais formulações testadas.

As formulações AO, AB e CT apresentaram os menores valores de luminosidade e não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si. O principal motivo que pode ter contribuído para este resultado é o menor teor de gordura presente nos mesmos, pois segundo Jimenéz-Colmenero (1996), a redução desta faz com que os produtos adquiram coloração mais escura. A formulação que apresentou o menor valor foi a CT, na qual não foi adicionado nenhum substituto de gordura.

Em hambúrgueres cozidos, a formulação com maior luminosidade foi a AB, seguida da AO, as quais diferiram entre si ($p < 0,05$). Esses resultados podem ser devido à presença do subproduto de abacaxi, rico em fibras, as quais possuem propriedade de ligar a gordura durante o cozimento e conseqüentemente, retê-la no produto (ANDERSON, BERRY, 2001). Portanto, devido à retenção da gordura, os produtos apresentaram maior luminosidade. O tratamento CT foi o que gerou o produto mais escuro (Figura 7) (menor valor de L^*), que pode ser devido ao menor teor de gordura deste.

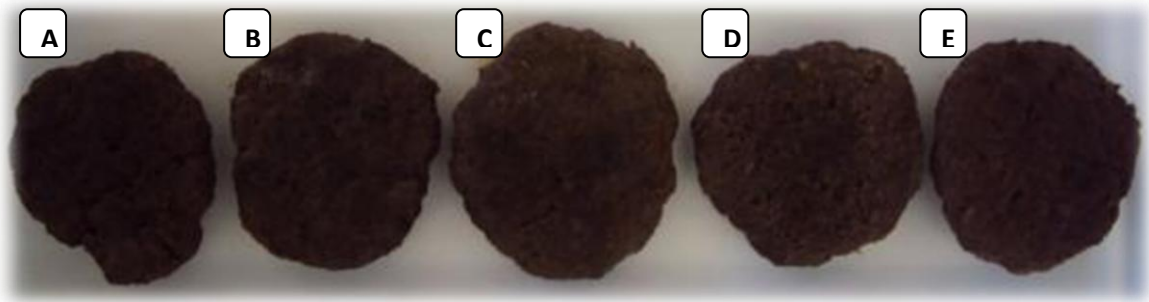


Figura 7 - Coloração dos hambúrgueres cozidos. A: Convencional/CN cozido; B: Controle/CT cozido; C: Abacaxi/AB cozido; D: Óleo de canola/OC cozido; E: Abacaxi e óleo de canola/AO cozido.

Em relação à intensidade de vermelho/verde (a^*) em hambúrgueres crus, observa-se que as formulações contendo subproduto de abacaxi (AB e AO) apresentaram as menores intensidades de vermelho em relação às demais, e não diferiram entre si ($p < 0,05$). Esse efeito pode estar relacionado à coloração amarelada do subproduto, que contribuiu para reduzir a intensidade do vermelho nos hambúrgueres. Nos produtos cozidos, as formulações CT e OC apresentaram as maiores intensidades de vermelho e foram semelhantes ($p < 0,05$), o que provavelmente deve ser efeito da redução do teor de gordura, concentrando a coloração vermelha da carne. Resultados semelhantes ao tratamento CT foram descritos por Huges, Cofrades e Troy (1997), os quais indicaram que a redução do teor de gordura influi aumentando a intensidade de vermelho; e resultados contrários ao OC foram obtidos por Rodríguez-Carpena, Morcuende e Estevés (2012) com o uso de óleo de abacate como substituto, e por Youssef, Barbut e Smith (2011), que utilizaram óleo de canola pré-emulsificado como substituto.

A intensidade de amarelo também apresentou variação entre os tratamentos. Nos produtos crus, observa-se que o maior valor de b^* foi obtido na formulação contendo óleo de canola (OC), seguido do CN e AO, os quais não diferiram entre si ($p < 0,05$). Este resultado pode ser devido ao teor mais elevado de gordura animal no CN, a qual possui coloração próxima ao amarelo, e nos tratamentos OC e AO, isso se deve à coloração amarelo clara da emulsão de óleo de canola. Resultados contrários foram reportados por Park et al. (2005) e Youssef e Barbut (2011) os quais detectaram que a substituição da gordura animal por óleo vegetal, contribuiu para o aumento da intensidade de amarelo. As formulações CN, AO e AB também não apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$), o que indica que a adição do subproduto de abacaxi não exerceu efeito na coloração quando comparado aos

hambúrgueres convencionais. Esses resultados, semelhança do convencional aos adicionados de óleo de canola e subprodutos de abacaxi, são de grande importância considerando-se a aceitação do produto pelos possíveis consumidores, pois a aparência é um dos principais fatores que determinam sua escolha, e a cor é um dos primeiros atributos observados (JIMENÉZ-COLMENERO, 1996). Em produtos cozidos, a maior intensidade de amarelo foi encontrada na formulação AO, a qual contém subproduto de abacaxi e óleo de canola como substitutos da gordura. Ambos possuem coloração amarela, o que pode ter influenciado na cor do produto final.

Observa-se também, em geral, que o cozimento provocou redução nas intensidades de vermelho e amarelo em todas as formulações testadas. Resultados semelhantes foram relatados por Jimenéz-Colmenero et al. (2003) e Rocha-Garza e Zayas (1996). Além disso, a luminosidade sofreu aumento nos produtos elaborados com subproduto de abacaxi após cozimento, provavelmente devido ao efeito na retenção de gordura provocado pelas fibras.

5.4 pH e Atividade de Água

O pH e atividade de água (A_w) das cinco formulações de hambúrguer estão expressos na tabela 6.

Tabela 6 - pH e A_w das cinco formulações de hambúrguer cru e cozido (média \pm desvio padrão).

Tratamentos	Hambúrgueres crus		Hambúrgueres cozidos	
	pH	A_w	pH	A_w
CN	6,23 \pm 0,02 ^a	0,9711 \pm 0,0009 ^b	6,87 \pm 0,07 ^a	0,9522 \pm 0,0009 ^b
CT	6,22 \pm 0,01 ^a	0,9779 \pm 0,0028 ^a	6,88 \pm 0,02 ^a	0,9605 \pm 0,0008 ^a
AB	6,03 \pm 0,02 ^c	0,9753 \pm 0,0014 ^{ab}	6,60 \pm 0,02 ^b	0,9607 \pm 0,0015 ^a
OC	6,25 \pm 0,02 ^a	0,9744 \pm 0,0014 ^{ab}	6,90 \pm 0,02 ^a	0,9608 \pm 0,0022 ^a
AO	6,09 \pm 0,02 ^b	0,9714 \pm 0,0014 ^b	6,64 \pm 0,02 ^b	0,9605 \pm 0,0038 ^a

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma coluna são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, e os que apresentam letras diferentes, são distintos entre si, de acordo com o teste de Tukey.

5.4.1 pH

Em relação ao pH dos hambúrgueres crus, os maiores valores foram encontrados para as formulações CN, CT e OC, as quais apresentaram-se semelhantes entre si ($p < 0,05$). Os valores de pH dos três tratamentos, em média 6,2, é semelhante ao descrito por Bernardino-Filho, Oliveira e Gomes (2012), os quais encontraram valores de 6,15 na elaboração de hambúrguer convencional. Portanto, ao reduzir a gordura (CT) e adicionar óleo de canola (OC), não houve interferência nos pHs dos mesmos, pois obteve-se o mesmo resultado do produto convencional (CN).

Os tratamentos nos quais foram adicionados os subprodutos de abacaxi (AB e AO) apresentaram valores de pH inferiores aos demais, e diferiram entre si ($p < 0,05$). Esta redução é efeito da adição do subproduto de abacaxi, o qual apresentou pH 4,08 (previamente determinado), contribuindo para o aumento da acidez dos produtos finais. Embora as formulações com subprodutos de abacaxi tenham diferido estatisticamente ($p < 0,05$), os valores de pH estão bem próximos, e a nível prático, esta pequena variação não promoveria influência significativa nas características dos produtos.

Para os hambúrgueres cozidos, observou-se a mesma tendência; os tratamentos AB e AO, contendo os subprodutos de abacaxi, foram os que apresentaram os menores valores de pH, e não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Resultados semelhantes foram relatados por Grigelmo-Miguel, Abadías-Serós e Martín-Belloso (1999) em salsichas elaboradas com fibras provenientes de pêsego como substituto de gordura, as quais provocaram redução no pH dos produtos; Choi et al. (2009), observaram aumento do pH em salsichas elaboradas com fibras de farelo de arroz, a qual tem caráter alcalino. Troutt et al. (1992b) relatou, ao analisar o pH de hambúrgueres com diferentes teores de gordura, que a simples redução dos lipídeos, sem adição de substitutos, não interfere no pH dos produtos cárneos.

Ao observar os resultados, pôde-se notar também que a cocção influenciou os valores de pH das cinco formulações testadas, sendo que em todos os tratamentos, os hambúrgueres cozidos apresentaram pHs superiores aos dos produtos crus. O ocorrido pode ser explicado pelo efeito do aquecimento em produtos cárneos, que provoca a desnaturação de proteínas, expondo o imidazólio, uma base presente no aminoácido histidina responsável por provocar o aumento do pH (CHOI et al., 2007).

Jiménez-Colmenero et al. (2003) e Choi et al. (2009) encontraram resultados semelhantes ao comparar o pH de bifes de carne crus e cozidos, e de massa cárnea emulsionada crua e cozida, respectivamente.

5.4.2 Atividade de água

A atividade de água foi medida em amostras a 25 °C, utilizando-se o equipamento AquaLab (Figura 8).



Figura 8 - Medida da atividade de água em equipamento AquaLab.

A atividade de água dos produtos crus foi maior na formulação controle (CT), seguida da AB e OC, as quais não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), e os menores valores foram obtidos nas formulações AO e CN, que foram semelhantes ($p < 0,05$). A explicação para esses resultados está no teor de água adicionado em cada formulação, pois se observa que as atividades de água foram decrescendo conforme a quantidade de água adicionada também diminuía (Tabela 2: formulação). A formulação controle - CT (com redução de gordura, mas sem adição de substitutos) diferiu estatisticamente do CN e do AO, o que demonstra o efeito da adição de água na elaboração dos hambúrgueres, sendo que no CT esta foi a maior (17,5g/100g), resultando no produto de maior Aw, e no CN e AO, foram as menores (11 e 7,5g/100g, respectivamente). Huber (2012) encontrou resultados semelhantes em hambúrgueres de frango e, do mesmo modo, concluiu que a variação da atividade de água dos produtos se deve ao teor de água adicionado na formulação.

Nos hambúrgueres cozidos, a formulação convencional (CN) apresentou a menor atividade de água e diferiu significativamente das demais ($p < 0,05$). Assim como nos

hambúrgueres crus, este parâmetro foi maior conforme o aumento do teor de água adicionado durante o processamento. Portanto, a adição de subproduto de abacaxi não provocou alterações significativas na atividade de água, embora este seja rico em fibras, as quais contribuem para o aumento da retenção de água no produto. As fibras contribuíram somente para o aumento da umidade (tabela 3) e da retenção da umidade (Tabela 7), mas não no teor de água livre (Aw).

Outro fator importante a ser considerado é que, embora alguns valores tenham diferido estatisticamente ($p < 0,05$), na prática eles são semelhantes (houve variação de apenas 0,0068 e 0,0086 nos produtos crus e cozidos, respectivamente), e as variações observadas não exercem efeitos diferentes nos produtos. A elevada atividade de água (água livre para reagir) nas carnes e produtos cárneos, em associação com o pH e a temperatura, é uma característica ideal para o desenvolvimento de micro-organismos e ocorrência de reações enzimáticas, as quais tornam o produto perecível, podendo levar a deterioração (FORSYTHE, 2002). O intervalo de valores de atividade de água no qual os hambúrgueres se situaram, de 0,95 a 0,97, são excelentes para a ocorrência desses problemas, entretanto, por ser um produto congelado, mesmo com essas características, o hambúrguer se mantém estável durante a estocagem. Valores semelhantes foram relatados por Marques (2007), o qual analisou hambúrgueres bovinos com Aw variando de 0,97 a 0,98.

Outro ponto observado foi o decréscimo da atividade de água para todos os tratamentos, devido à cocção dos hambúrgueres, o que era esperado, visto que parte da água é perdida durante o aquecimento.

5.5 Retenção de umidade e lipídeos, perda de peso por cozimento (PPC) e redução do diâmetro.

Os parâmetros de retenção de umidade e lipídeos foram avaliados pela quantificação e diferença dos teores em hambúrgueres crus e cozidos; a PPC foi determinada por meio de pesagem (Figura 9) e diferença de peso das amostras antes e após cozimento; e a redução do diâmetro foi identificada por medição e diferença dos diâmetros antes e após aquecimento. Os resultados obtidos estão expressos na tabela 7.



Figura 9 - Pesagem dos hambúrgueres para determinação da perda de peso por cozimento.

Tabela 7 - Retenção de umidade e lipídeos, perda de peso por cozimento e redução do diâmetro das cinco formulações de hambúrguer (média \pm desvio padrão).

Tratamento	Retenção de Umidade (%)	Retenção de Lipídeos (%)	PPC (%)	Redução do diâmetro (%)
CN	51,87 \pm 0,22 ^c	52,80 \pm 1,5219 ^d	41,48 \pm 0,77 ^a	29,85 \pm 0,26 ^a
CT	48,25 \pm 0,29 ^d	81,66 \pm 0,7939 ^b	40,62 \pm 0,63 ^a	25,75 \pm 0,76 ^b
AB	66,77 \pm 0,37 ^a	91,17 \pm 1,7375 ^a	27,67 \pm 2,36 ^b	19,18 \pm 0,65 ^c
OC	51,53 \pm 0,13 ^c	69,21 \pm 0,2021 ^c	39,93 \pm 1,96 ^a	29,04 \pm 0,72 ^{ab}
AO	63,52 \pm 0,64 ^b	77,79 \pm 2,0879 ^b	29,14 \pm 1,05 ^b	19,91 \pm 2,29 ^c

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma coluna são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, e os que apresentam letras diferentes, são distintos entre si, de acordo com o teste de Tukey.

5.5.1 Retenção de umidade e de lipídeos

A retenção de umidade nos hambúrgueres após cozimento foi maior nas formulações que contém o subproduto de abacaxi como fonte de fibra (AB e AO) sendo superior na primeira, a qual diferiu estatisticamente da segunda ($p < 0,05$). Esse efeito se deve à capacidade das fibras de reter a água/umidade nos produtos. Bernardino-Filho, Oliveira e Gomes (2012) verificaram o efeito da adição de inulina (fibra solúvel) em hambúrgueres bovinos. Segundo os autores, a adição de fibra

contribuiu para o aumento da capacidade de retenção de água em relação à formulação controle. Do mesmo modo, Seabra et al. (2002) avaliaram o efeito da adição de farinha de aveia em hambúrgueres elaborados com carne de ovinos e com redução no teor lipídico, e verificaram que a adição da farinha resultou em maior capacidade de retenção de água quando comparado ao controle. Resultados semelhantes ao do presente estudo (Tabela 7) foram relatados por Sanchez-Zapata et al. (2010), os quais obtiveram melhor retenção de umidade em hambúrgueres suínos elaborados com a adição de fibras. Foram testadas várias concentrações de fibras (5%, 10% e 15%), e em todas houve o aumento da retenção de umidade, a qual melhorou conforme o aumento da concentração de fibras adicionadas.

A retenção da umidade no tratamento AO foi inferior ao AB e diferiu significativamente deste ($p < 0,05$). Portanto, a adição isolada de subproduto de abacaxi teve maior contribuição para a retenção da umidade. Observa-se também que o tratamento controle (CT), com redução do teor de gordura de 20 para 10%, apresentou a menor retenção de umidade, assim como relatado por Huges, Cofrades e Troy (1997), que detectou o mesmo efeito em salsichas, ao reduzir o teor de gordura de 30% para 5%. Outra explicação para o menor retenção nesta formulação é devido a maior quantidade de água adicionada em relação aos outros tratamentos, o que foi observado também em salsichas por Youssef e Barbut (2011), os quais relataram que isso provavelmente se deve a ineficiência de ligação da água pelas proteínas da carne, devido à alta relação umidade/proteínas.

Os tratamentos CN (hambúrguer convencional) e OC (adicionado de óleo de canola) não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), e apresentaram valores intermediários de retenção de umidade. A substituição parcial da gordura animal por vegetal, portanto, não interferiu neste parâmetro.

Em relação à retenção de lipídeos, observa-se que a formulação AB apresentou o maior valor. Esse resultado pode ser devido à capacidade da fibra se ligar a gordura (BORDERÍAS, SÁNCHEZ-ALONSO, PÉREZ-MATEOS, 2005) em associação com o menor teor de gordura presente nessa formulação, comparado ao hambúrguer convencional, e à capacidade de retenção da gordura pela matriz proteica (ROCHA-GARZA, ZAYAS, 1996; SÁNCHEZ-ZAPATA et al., 2010). Esses três fatores contribuíram para o aumento da retenção de lipídeos nesta formulação, devido à elevada relação do teor de fibras e proteínas com a gordura. Embora o tratamento AO também tenha apresentado boa retenção da gordura (77,8%), este

foi inferior ao do AB (91,2%), e estes diferiram significativamente ($p < 0,05$), pois no AO, além da adição das fibras dos subprodutos de abacaxi, houve adição de óleo de canola. Portanto, a relação entre teor de fibras e proteínas com a gordura foi inferior devido à presença de duas fontes de lipídeos (gordura animal e vegetal), ocasionando menor retenção. Os mesmos efeitos foram observados por Sánchez-Zapata et al. (2010) por meio da adição de ingredientes ricos em fibras na formulação de hambúrgueres suínos; e por Aleson-Carbonell et al. (2005), pela adição de albedo de limão, rico em fibras, em hambúrgueres.

Ao comparar as formulações controle (CT) e convencional (CN), nas quais a única variável que diferiu foi o teor de gordura, sendo esta de 10% e 20%, respectivamente, observa-se variação na retenção de lipídeos. No primeiro, esta foi de 81,7% e no último, 52,8%, sendo esta a formulação com menor retenção entre as cinco testadas. Este resultado se deve a capacidade da matriz proteica da carne em reter lipídeos. Como a quantidade de carne bovina, e conseqüentemente de proteínas cárneas, foi a mesma para os cinco tratamentos, o teor de gordura influenciou na capacidade de retenção dos lipídeos por parte das proteínas. Como o teor de gordura foi menor no CT, a quantidade de proteínas presente foi suficiente para reter grande parte dos lipídeos, diferentemente do tratamento CN, onde o teor proteico parece ter sido insuficiente para reter as altas concentrações de gordura, resultando em perda (somente 52,8% de retenção).

Conclui-se, portanto, que a adição de fibra contribui positivamente para as características tecnológicas e sensoriais dos hambúrgueres, visto que a exsudação durante o processo de cocção, comum em produtos cárneos, representa perda de valor econômico e nutricional, exercendo efeitos negativos na suculência, textura e na retenção de nutrientes (SÁNCHEZ-ZAPATA et al., 2010; FENNEMA, 1996).

5.5.2 Perda de peso por cozimento e redução do diâmetro

Em relação à perda de peso por cozimento, os tratamentos com adição de fibras, AB e AO, apresentaram os menores valores, e não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), indicando que as fibras influenciam na obtenção de maior rendimento após cozimento. Isso se deve a capacidade das fibras em reter umidade e lipídeos, conforme discutido no item 5.5.1. Resultados semelhantes foram relatados por Choi et al. (2009), através da adição de fibras de farelo de arroz e óleos vegetais em

produtos cárneos, e por Silva (2013), que verificou a obtenção de maiores rendimentos em hambúrgueres fritos e grelhados, adicionados de farinha de linhaça (que é rica em fibras), em comparação ao hambúrguer com 10% de gordura suína (semelhante ao tratamento CT do presente estudo). Os autores observaram também que, conforme há aumento do teor de farinha de linhaça na formulação, maior o rendimento nos produtos cozidos.

Entre os demais tratamentos, CN, CT e OC, observa-se que os mesmos apresentaram maior perda após cocção em relação às formulações AB e AO, e não diferiram entre si ($p < 0,05$), indicando que a simples redução no teor de gordura ou sua associação à adição de óleo vegetal, não interferiu no rendimento. Resultados contrários foram reportados por Huges, Cofrades e Troy (1997), os quais relataram que a redução de gordura de 30 para 5% em salsichas aumentou a perda de peso por cozimento, e por Youssef e Barbut (2011), que observaram que a perda de peso por cozimento é inversamente relacionada ao teor de gordura, e que a adição de óleo de canola pré emulsificado interfere na minimização da perda de peso por cozimento.

Na redução do diâmetro (Figura 10) observou-se a mesma tendência, ou seja, a adição de fibras, nas formulações AB e AO, contribuiu para obtenção de produtos com menor redução no diâmetro, os quais não diferiram entre si ($p < 0,05$). A redução do diâmetro é resultado da desnaturação das proteínas presentes na carne, ocasionando perda de água e lipídeos; portanto, a adição de fibras pode contribuir para a redução deste fenômeno, devido à sua propriedade de ligar água e gordura (LOPÉZ-VARGAS et al., 2014). Resultados semelhantes foram relatados por Sanchez-Zapata et al (2010) e por Lopez-Vargas et al. (2014).



Figura 10 - Redução do diâmetro observada nos hambúrgueres após cocção. A: Convencional/CN cru; B: Controle/CT cru; C: Abacaxi/AB cru; D: óleo de canola/OC cru; E: Abacaxi e óleo de canola/AO cru; F: Convencional/CN cozido; G: Controle/CT cozido; H: Abacaxi/AB cozido; I: Óleo de canola/OC cozido; J: Abacaxi e óleo de canola/AO cozido.

Os tratamentos CN, OC e CT tiveram os maiores percentuais de redução de diâmetro, sendo que o CN diferiu estatisticamente do CT ($p < 0,05$). Estas formulações também apresentaram as maiores perdas por cocção e menores retenção de umidade, portanto, provavelmente as perdas ocorridas contribuíram para a redução do diâmetro nestes produtos. Deste modo, em relação às características de cocção, observa-se que a adição de fibras se mostra vantajosa, contribuindo para a melhoria dos produtos cozidos.

5.6 Análise de perfil de textura

A análise de perfil de textura (TPA) indicou a dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade das cinco formulações de hambúrgueres, e os resultados de cada parâmetro estão expressos na tabela 8.

Tabela 8 - Dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade das cinco formulações de hambúrgueres cozidos.

Tratamentos	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade	Mastigabilidade
CN	127,27±0,13 ^c	0,33±0,01 ^b	0,56±0,01 ^c	23,77±1,11 ^c
CT	196,16±4,84 ^a	0,41±0,01 ^a	0,74±0,01 ^a	59,04±1,79 ^a
AB	93,63±2,20 ^e	0,27±0,02 ^c	0,48±0,01 ^d	15,52±1,26 ^d
OC	133,72±1,96 ^b	0,40±0,02 ^a	0,65±0,01 ^b	34,16±2,16 ^b
AO	108,71±1,14 ^d	0,29±0,01 ^c	0,53±0,01 ^c	14,07±0,32 ^d

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma coluna são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, e os que apresentam letras diferentes, são distintos entre si, de acordo com o teste de Tukey.

A TPA simula a compressão e corte dos dentes nos alimentos, realizadas durante o processo de mastigação, através da aplicação de forças que causam deformações (LI, CARPENTER, CHENEY, 1998). Nessa análise, são determinados diversos parâmetros (Figura 11 e 12), dentre eles a dureza, coesão, mastigabilidade e elasticidade.

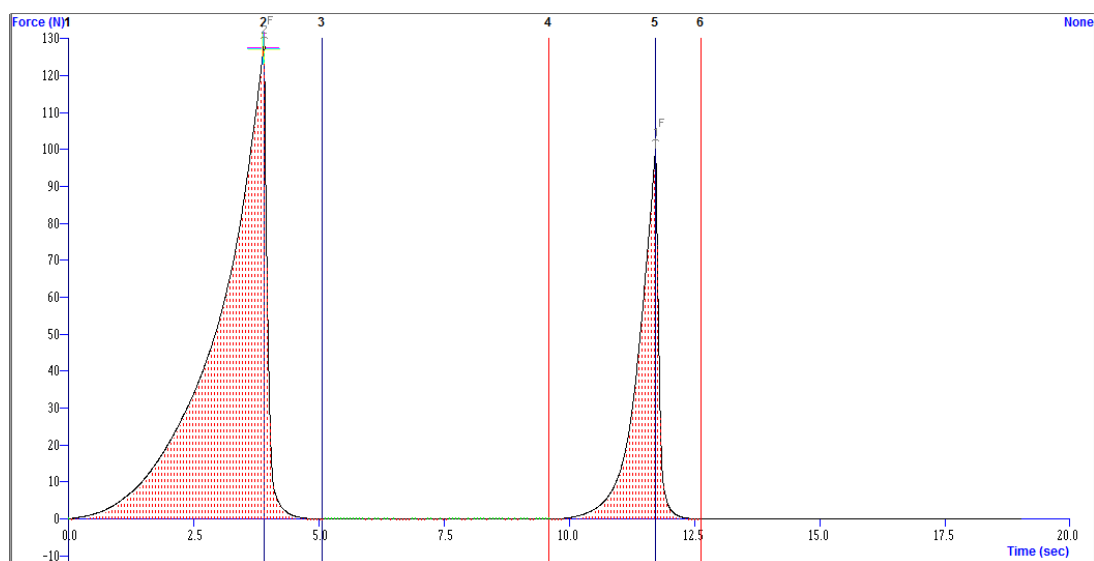


Figura 11 - Análise de perfil de textura da amostra CN (hambúrguer convencional).

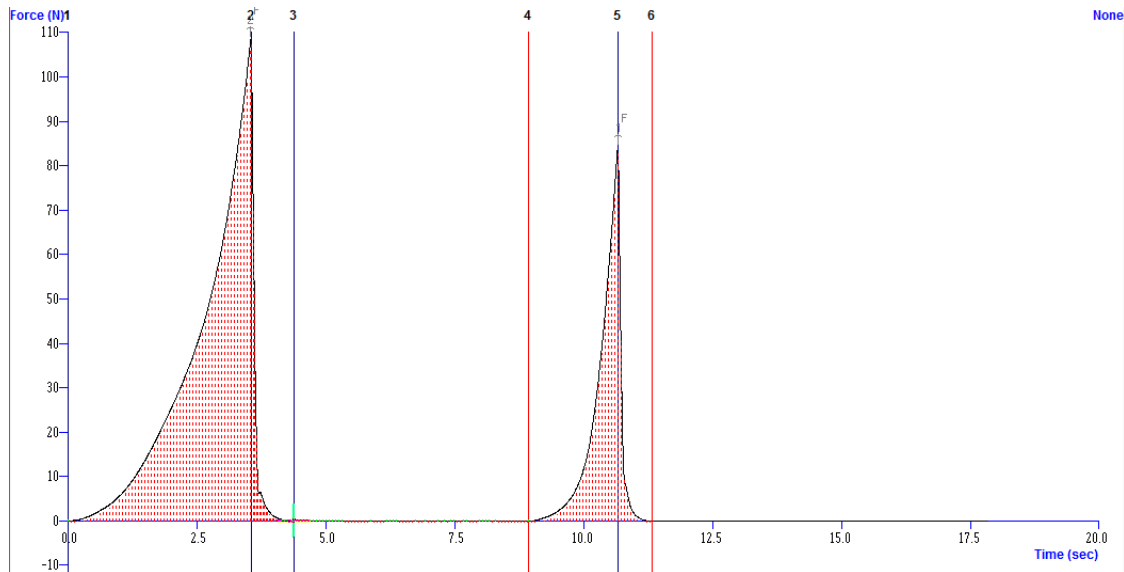


Figura 12 - Análise de perfil de textura da amostra AO (hambúrguer contendo subproduto de abacaxi e óleo de canola como substitutos parciais de gordura animal).

A dureza mede a força necessária para produzir deformação nos produtos (BOURNE, 2002). Em relação a este parâmetro, observa-se que todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), decrescendo na ordem: CT, OC, CN, AO e AB. O tratamento CT apresentou a maior dureza, pois neste houve redução do teor de gordura animal de 20 para 10%, sem adição de substitutos. A gordura animal é responsável por conferir maciez e suculência aos produtos cárneos, portanto, sua redução gerou um produto mais rígido (Keeton, 1994). Este resultado está de acordo com o observado por Barbut e Mittal (1996), e por Grigelmo-Miguel, Abadías-Serós e Martín-Belloso (1999), os quais verificaram que a redução do teor de gordura interferiu no aumento da dureza de salsichas. Grigelmo-Miguel, Abadías-Serós e Martín-Belloso (1999) avaliaram que, mantendo o teor de fibras constante, a redução da gordura aumenta a dureza. Resultados contrários foram relatados por Pietrasik e Duda (2000), que detectaram maior dureza conforme o teor lipídico aumentava. Segundo os autores, isso se deve ao maior teor de água presente nos produtos com menores teores de gorduras, o que proporciona a obtenção de produtos mais macios.

Valores intermediários de dureza foram encontrados nos tratamentos OC (133,72 N) e CN (127,27 N), os quais apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$). A substituição parcial (50%) da gordura animal por óleo de canola (OC) provocou aumento significativo da dureza, que segundo Youssef e Barbut (2011), os quais

verificaram o mesmo efeito, é resultado da obtenção de gotículas de gordura menores. Quando se utiliza o óleo de canola, os glóbulos de gordura criados possuem tamanhos bem inferiores aos obtidos através do uso de gordura animal, assim, a área superficial fica maior, o que gera mais pontos de ligação com a matriz proteica, provocando a formação de produtos mais firmes.

Entre os tratamentos nos quais se adicionou o subproduto de abacaxi (AB e AO), observou-se os menores valores de dureza, e estes diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). A presença da fibra contribui para o aumento da retenção de umidade nos hambúrgueres, desse modo, os menores valores de dureza podem ser devido ao maior conteúdo de água, pois esta proporciona menor resistência à compressão, tornando o produto mais macio (YOUSSEF, BARBUT, 2011). Além disso, a presença de bromelina no subproduto de abacaxi, uma enzima proteolítica, pode ter provocado a hidrólise de parte das proteínas; assim, como a matriz proteica forma géis e contribui para a dureza, a redução do teor proteico pode ter diminuído este parâmetro nos produtos. Resultados semelhantes foram relatados por García, Cáceres e Selgas (2007), os quais adicionaram fibras de maçã, pêsego e laranja em salsichas, e verificaram a redução da dureza, indicando que, provavelmente, a adição de fibras causa ruptura nas redes de proteína com água e no gel de proteína-proteína, favorecendo a redução da força do produto (LIN et al., 1988).

Coesividade é a quantidade de energia requerida para romper as ligações internas presentes nas amostras, ou o grau de compressão antes da ruptura (BOURNE, 2002). Para a coesividade, observou-se a mesma tendência da dureza, sendo superior no tratamento CT, seguido do OC, CN, AO e AB. As formulações CT e OC não diferiram entre si ($p < 0,05$), e apresentaram os maiores valores de coesividade. Esse resultado pode ser explicado pelos menores teores de gordura presente nestas formulações (em relação ao CN), pois, assim como o discutido na dureza, a gordura confere maior maciez. O hambúrguer convencional (CN) apresentou valor intermediário de coesividade, pois contém maior teor de gordura em relação aos demais e, portanto, apresenta-se mais macio, requerendo menor energia para compressão. Segundo Youssef e Barbut (2011), a coesividade tende a diminuir com o aumento da gordura, o que está em concordância com o encontrado no presente estudo. Os demais tratamentos (AB e AO) foram os menos coesos, devido à presença das fibras. Isso se deve ao maior teor de umidade e a provável atividade proteolítica que ocorreu nos hambúrgueres, assim como o observado para

a dureza. Resultados semelhantes foram reportados por Sánchez-Zapata et al. (2010) e López-Vargas et al. (2014), os quais verificaram redução da coesividade através da adição de fibras em hambúrgueres suínos.

A elasticidade se relaciona à velocidade de retorno de um material deformado à condição não deformada, após remoção da força de compressão (BOURNE, 2002). Em relação à elasticidade das amostras, observa-se que, entre os tratamentos, o CT apresentou maior valor, seguido do OC, os quais diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). Segundo Pietrasik e Duda (2000), a redução da gordura pode resultar em produtos mais elásticos, o que justifica a elevada elasticidade detectada na formulação CT e na OC. O aumento da elasticidade em salsichas com teor reduzido de gordura foi verificado também por Cofrades, Carballo e Jiménez-Colmenero (1997). Entre o CN e OC, os quais diferiram entre si ($p < 0,05$), observa-se que a maior elasticidade ocorreu no OC. Esse mesmo efeito foi verificado também em salsichas elaboradas por Youssef e Barbut (2011), os quais relataram que a troca de gordura animal por óleo de canola pré-emulsificado aumenta a elasticidade. Desse modo, a substituição da gordura animal por vegetal provocou aumento da elasticidade.

Em relação aos tratamentos AB e AO, os quais contém a adição das fibras provenientes do subproduto de abacaxi, observou-se os menores valores de elasticidade, sendo superior no AO, o qual diferiu significativamente do AB ($p < 0,05$). O tratamento AB também diferiu do CN, mas o AO foi semelhante a este ($p < 0,05$), embora tenha apresentado valor ligeiramente inferior. A redução dos valores de elasticidade em relação ao CN pode ser explicada, pois nos tratamentos AB e AO houve aumento da umidade, visto que as fibras são capazes de reter água nos produtos. Segundo Pietrasik e Duda (2000), quando a redução da gordura é acompanhada do aumento da umidade, os produtos podem apresentar menor elasticidade, pois a água não apresenta elasticidade. Portanto, devido ao maior teor de umidade, estes apresentaram menor elasticidade. A redução da elasticidade em hambúrgueres contendo fibras, foi verificada também por López-Vargas et al. (2014).

A mastigabilidade é a força necessária para mastigar os alimentos sólidos até a deglutição, e é resultado do produto entre dureza, elasticidade e coesividade (BOURNE, 2002). Em relação a este parâmetro, o CT apresentou o maior valor e diferiu dos demais ($p < 0,05$). Isso se deve à maior força requerida para causar sua ruptura até estar pronto para a deglutição, pois este contém menor teor de gordura, o que o tornou mais duro, coeso e elástico. As formulações OC e CN também

diferiram entre si ($p < 0,05$), sendo superior no primeiro, o que se deve, assim como na dureza, ao tamanho dos glóbulos de gordura do óleo de canola, que é inferior ao da gordura animal, e tem grande potencial de interferência na textura (YOUSSEF, BARBUT, 2011). Resultados semelhantes foram detectados pelos mesmos autores, os quais verificaram que a substituição de gordura animal (gordura da carne) com óleo de canola em produtos cárneos cominuídos, gerou maiores valores de mastigabilidade.

Os dois últimos tratamentos, AB e AO, os quais contém subproduto de abacaxi como substitutos, foram os menos mastigáveis, provavelmente devido à ação das fibras em reter umidade. Além disso, eles apresentaram menor dureza, coesividade e elasticidade, o que também justifica sua menor mastigabilidade. Segundo Pietrasik e Duda (2000), a redução de gordura associada ao aumento da umidade, gera produtos menos mastigáveis. Ademais, a hidrólise das proteínas causada pela bromelina pode ter afetado a formação da matriz proteica, tornando o produto mais macio, e conseqüentemente, menos mastigável.

Com os resultados apresentados para os quatro parâmetros, pode-se deduzir que a adição de substitutos interferiu na qualidade da textura dos hambúrgueres, indicando a necessidade de uma avaliação sensorial para identificar a aceitação dos consumidores. Entretanto, comparando-se o tratamento onde houve somente a redução de gordura (CT), e os adicionados de substitutos (AB, OC e AO), foi constatada melhora no perfil de textura nestes últimos, demonstrando a importância da substituição da gordura e não somente sua redução.

5.7 Perfil de Ácidos Graxos

O cromatograma obtido na determinação do perfil de ácidos graxos (Figura 13) mostra os ácidos graxos presentes nas amostras. Os picos referem-se ao ácido tridecanóico (padrão interno), mirístico, palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico, respectivamente.

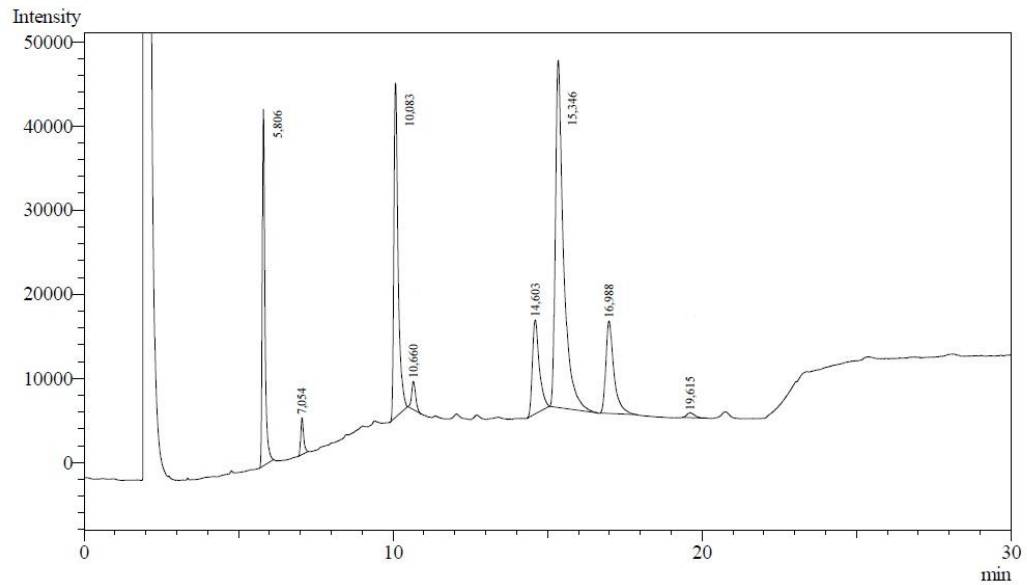


Figura 13 - Perfil de ácidos graxos da formulação de hambúrguer AB cozido, contendo subproduto de abacaxi como substituto parcial de gordura suína.

O perfil de ácidos graxos foi determinado em hambúrgueres crus e cozidos, e os teores, em g/100g de óleo, estão expressos na tabela 9, para os crus, e na tabela 10, para os cozidos.

Tabela 9 - Teor de ácidos graxos, em g/100g de óleo extraído das amostras das cinco formulações de hambúrgueres crus (média \pm desvio padrão).

Hambúrgueres crus					
Tratamentos					
	CN	CT	AB	OC	AO
Mirístico	1,60 \pm 0,18 ^a	1,69 \pm 0,12 ^a	1,63 \pm 0,10 ^a	1,50 \pm 0,08 ^a	1,49 \pm 0,18 ^a
Palmítico	21,71 \pm 0,04 ^{ab}	20,43 \pm 0,26 ^b	22,11 \pm 0,10 ^a	18,88 \pm 0,20 ^c	18,86 \pm 0,14 ^c
Palmitoleico	1,73 \pm 0,05 ^{ab}	1,62 \pm 0,07 ^b	1,80 \pm 0,03 ^a	1,49 \pm 0,00 ^c	1,46 \pm 0,02 ^c
Esteárico	9,27 \pm 0,09 ^{ab}	8,97 \pm 0,17 ^b	9,64 \pm 0,13 ^a	8,07 \pm 0,18 ^c	8,06 \pm 0,12 ^c
Oleico	42,69 \pm 0,46 ^b	40,65 \pm 0,00 ^b	43,72 \pm 0,36 ^b	49,16 \pm 0,29 ^a	48,44 \pm 0,21 ^a
Linoleico	12,01 \pm 0,07 ^b	11,13 \pm 0,08 ^c	11,83 \pm 0,05 ^c	14,03 \pm 0,02 ^a	13,87 \pm 0,17 ^a
Linolênico	0,59 \pm 0,07 ^b	0,53 \pm 0,08 ^b	0,61 \pm 0,04 ^b	1,82 \pm 0,05 ^a	1,73 \pm 0,04 ^a

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma linha são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, e os que apresentam letras diferentes, são distintos entre si, de acordo com o teste de Tukey.

Tabela 10 - Teor de ácidos graxos, em g/100g de óleo extraído das cinco formulações de hambúrgueres cozidos (média \pm desvio padrão).

Hambúrgueres cozidos					
Tratamentos					
	CN	CT	AB	OC	AO
Mirístico	1,41 \pm 0,07 ^a	1,43 \pm 0,29 ^a	1,62 \pm 0,08 ^a	1,43 \pm 0,21 ^a	1,57 \pm 0,06 ^a
Palmítico	21,50 \pm 0,14 ^a	21,41 \pm 0,23 ^a	19,40 \pm 0,05 ^b	18,45 \pm 0,06 ^b	18,60 \pm 0,13 ^b
Palmitoleico	1,66 \pm 0,07 ^{ab}	1,69 \pm 0,06 ^a	1,66 \pm 0,02 ^{ab}	1,51 \pm 0,02 ^{ab}	1,49 \pm 0,06 ^b
Esteárico	9,25 \pm 0,14 ^a	8,45 \pm 0,14 ^a	8,79 \pm 0,27 ^a	7,82 \pm 0,07 ^a	8,16 \pm 0,16 ^a
Oleico	42,31 \pm 0,10 ^{ab}	37,85 \pm 0,44 ^b	38,94 \pm 0,81 ^b	46,37 \pm 0,34 ^a	43,38 \pm 1,6 ^{ab}
Linoleico	11,77 \pm 0,24 ^{ab}	11,44 \pm 0,16 ^b	10,84 \pm 0,09 ^b	12,96 \pm 0,11 ^a	13,05 \pm 0,06 ^a
Linolênico	0,52 \pm 0,01 ^b	0,54 \pm 0,08 ^b	0,57 \pm 0,03 ^b	1,53 \pm 0,05 ^a	1,57 \pm 0,02 ^a

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma linha são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, e os que apresentam letras diferentes, são distintos entre si, de acordo com o teste de Tukey.

Avaliando-se os teores de ácidos graxos saturados (mirístico, palmítico e esteárico) nas cinco formulações de hambúrguer, observa-se que em alguns casos, a redução de gordura e a adição de substitutos interferiu no conteúdo presente.

Em relação ao ácido mirístico (C14:0), observa-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os teores presentes nas cinco formulações de hambúrgueres crus e cozidos. Essa semelhança entre as amostras provavelmente se deve à composição do toucinho e do óleo de canola, pois ambos apresentam quantidades reduzidas desse ácido graxo, sendo de 0,75g/100g em toucinho cru e 0,06g/100g em óleo de canola, de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011) (Tabela 11). Desse modo, devido aos baixos teores nas matérias-primas, a alteração das formulações não ocasionou mudança no conteúdo do mesmo.

Tabela 11 - Teor de ácidos graxos em toucinho cru e frito e em óleo de canola.

Ácidos graxos	Teor em g/100g		
	Toucinho cru	Toucinho frito	Óleo de canola
Mirístico (C14:0)	0,75	0,64	0,06
Palmítico (C16:0)	11,42	12,89	4,59
Esteárico (C18:0)	5,21	6,17	2,21
Palmitoleico (C16:1)	0,98	1,02	0,20
Oleico (C18:1)	18,82	24,55	61,14
Linoleico (C18:2)	9,32	12,93	20,87
Linolênico (C18:3)	0,68	0,86	6,78

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011).

Em relação ao ácido palmítico, observa-se que a adição de substitutos, especialmente o óleo de canola, contribuiu para a redução do seu teor. Nos produtos antes e após cocção, os tratamentos OC e AO foram os que apresentaram os menores teores desse ácido graxo, e não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Nos hambúrgueres crus, os maiores teores foram constatados nas formulações AB e CN, e nos cozidos, no CN e CT. Esse perfil observado provavelmente é efeito da alteração no teor de gordura suína entre as formulações CN, CT e AB, pois esta é, dentre as matérias-primas utilizadas, a mais rica nesse ácido graxo; aliada à adição de óleo de canola (para o OC e AO), que apresenta menores teores desse ácido graxo (Tabela 11). Embora os tratamentos CT e AB apresentem redução no teor de gordura suína em relação ao CN, essa não foi suficiente para limitar a quantidade desse ácido graxo saturado, pois o conteúdo diminuiu ligeiramente, mas não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre CN e CT e CN e AB para crus e entre CN e CT para cozidos. Portanto, observou-se que a simples redução do teor de gordura suína não exerceu efeitos significativos na limitação de ácido palmítico, mas com sua associação à adição de óleo vegetal esse perfil foi melhorado, com menor teor de ácido palmítico.

O ácido esteárico, também saturado, foi detectado em diferentes níveis nas formulações de hambúrgueres crus. Os tratamentos com adição de óleo de canola (OC e AO) apresentaram os menores níveis de ácido esteárico e diferiram dos demais ($p < 0,05$), enquanto os tratamentos AB e CN apresentaram os maiores teores. Essa redução observada nas formulações OC e AO se deve ao menor teor desse ácido graxo presente no óleo de canola (2,21g/100g) em relação ao toucinho cru (5,21g/100g). Como houve a substituição parcial do toucinho pelo óleo,

observou-se essa mudança em relação ao ácido esteárico. Observa-se também que embora as variações entre as formulações tenham interferido na concentração de ácido esteárico nos hambúrgueres crus, nos cozidos, não houve diferença significativa entre as mesmas ($p < 0,05$), embora esta tenha sido superior em 1g/100g no CT em relação ao OC e AO. Isso indica que mesmo não havendo diferença significativa, a mesma tendência é observada em hambúrgueres cozidos, ou seja, a adição de óleo de canola contribuiu para a redução do teor de ácido esteárico.

Os teores de ácidos graxos saturados totais nas cinco formulações de hambúrgueres estão expressos na Figura 14.

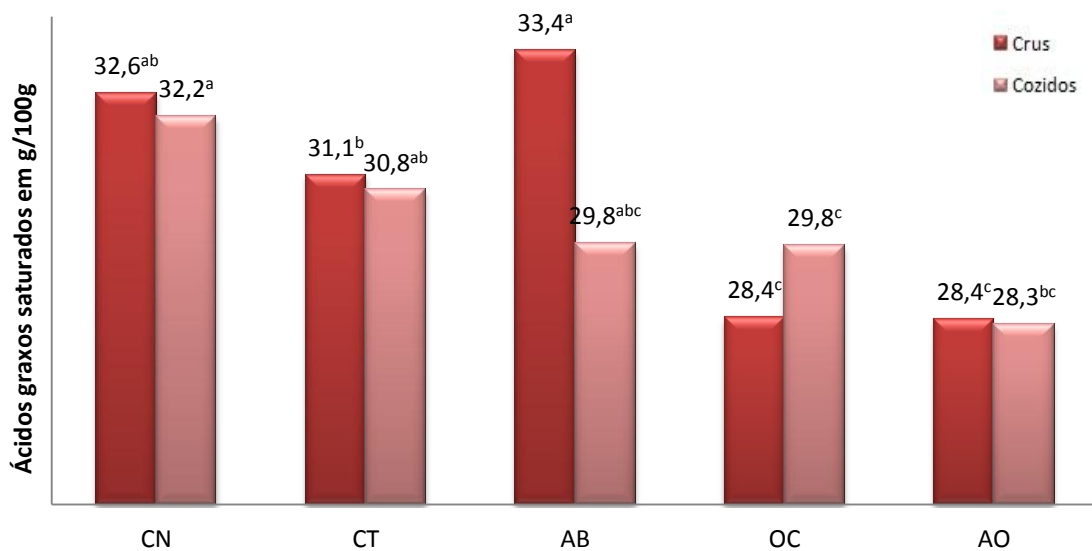


Figura 14 - Teor de ácidos graxos saturados totais por formulação em gramas por 100 gramas de óleo extraído das amostras. CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma cor são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, de acordo com o teste de Tukey.

Na figura 14, pode-se observar que a incorporação de óleo de canola contribuiu positivamente para a melhoria do perfil de ácidos graxos dos hambúrgueres, pois acarretou na redução do teor de ácidos graxos saturados, em relação ao hambúrguer convencional e aos demais, diferindo dos mesmos ($p < 0,05$), exceto no tratamento AO cozido, que embora tenha apresentado teor inferior, não diferiu do AB e CT. Esse resultado mostra a efetividade da substituição da gordura animal por

vegetal em tornar o produto mais saudável, visto que as gorduras saturadas são associadas ao risco de doenças, principalmente as cardiovasculares (CHOI et al., 2009).

As tabelas 9 e 10 mostram também os teores dos ácidos graxos insaturados, sendo o ácido palmitoleico (monoinsaturado - C16:1), oleico (monoinsaturado - C18:1), linoleico (polinsaturado - C18:2) e linolênico (polinsaturado - C18:3).

O teor de ácido palmitoleico sofreu variação de acordo com as modificações realizadas entre os tratamentos, sendo que houve redução nas formulações nas quais adicionou-se óleo de canola (nos produtos crus), pois, assim como o observado para os ácidos palmítico e esteárico, o óleo de canola contém quantidades limitadas do mesmo, 0,20g/100g, comparado ao toucinho cru, 0,98g/100g. Os tratamentos OC e AO foram semelhantes estatisticamente ($p < 0,05$). Os demais tratamentos (CN, CT e AB) apresentaram teores mais elevados de ácido palmitoleico, sendo maior no AB, seguido do CN e do CT.

Para os hambúrgueres cozidos, os tratamentos AO e OC também apresentaram os menores teores, e foram semelhantes entre si ($p < 0,05$). Contudo, esses tratamentos não diferiram estatisticamente do AB e do CN (convencional), indicando que a adição dos substitutos não exerceu grande interferência no teor desse ácido graxo, quando comparado ao produto tradicional. Os únicos tratamentos que diferiram entre si foram o CT e o AO, os quais são, respectivamente, os com maior e menor teor de ácido palmitoleico. No CT esse maior teor deve-se à maior retenção de lipídeos, devido ao menor teor de gordura (presente em sua composição – tabela 3) para se ligar às proteínas da carne, o que contribui para a melhora da retenção. Como o toucinho é o principal fornecedor desse ácido graxo, sua retenção pode provocar aumento desse ácido graxo no produto final.

Para o ácido oleico (C18:1) e para o linolênico (C18:3 - ômega 3), observou-se a mesma tendência em hambúrgueres crus e cozidos. Os tratamentos contendo óleo de canola (OC e AO) apresentaram os maiores teores desse ácido graxo e não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), mas diferiram dos demais tratamentos (CN, CT e AB), exceto nos hambúrgueres cozidos (para o ácido oleico). O óleo de canola é uma excelente fonte do ácido oleico, contendo elevados teores (em torno de 61%), portanto, a sua adição como substituto parcial da gordura animal em hambúrgueres, contribuiu para a elevação na quantidade presente nos produtos (Tabela 11, TACO, 2011). Essa alteração exerce efeito positivo, pois o ácido oleico

está relacionado à redução dos níveis de colesterol plasmático (MADRUGA et al., 2006). O teor de ácido linolênico no óleo de canola (aproximadamente 7%) não é tão elevado quanto o oleico, mas como o toucinho tem quantidades muito reduzidas desse ácido graxo (0,68% em crus e 0,86% em cozidos), a adição do óleo alterou significativamente a concentração deste nos hambúrgueres (Tabela 11, TACO, 2011). Para o ácido oleico em hambúrgueres cozidos, observou-se que o OC, AO e CN não diferiram entre si ($p < 0,05$). O fato do teor de ácido oleico se igualar nos hambúrgueres contendo óleo de canola (OC e AO) com o convencional (CN) pode estar relacionado à perda de lipídeos durante o cozimento, provocando a redução desse ácido graxo nos tratamentos OC e AO, pois verifica-se diminuição significativa nos dois tratamentos (de 49,16g/100g à 46,37g/100g no OC; e de 48,44g/100g à 43,38g/100g no AO), e à elevada retenção do mesmo no tratamento CN, pois observa-se que a sua concentração no hambúrguer cru e cozido foi semelhante (42,69g/100g no cru e 42,31g/100g no cozido).

Do mesmo modo, em hambúrgueres crus, os tratamentos com óleo de canola apresentaram maior teor de ácido linoleico (ômega 6), e não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), e o hambúrguer convencional (CN) apresentou teor intermediário, mas diferiu ($p < 0,05$) do OC e AO. Nos cozidos, os maiores teores foram encontrados nos tratamentos AO, OC e CN, os quais foram estatisticamente semelhantes ($p < 0,05$). Esses resultados podem ser explicados pela composição dos ácidos graxos do óleo e do toucinho. O óleo vegetal apresenta quantidades significativamente superiores ao toucinho, portanto, provocou a elevação do teor em hambúrgueres crus e cozidos.

Os teores de ácidos graxos insaturados totais nas cinco formulações de hambúrgueres estão expressos na Figura 15.

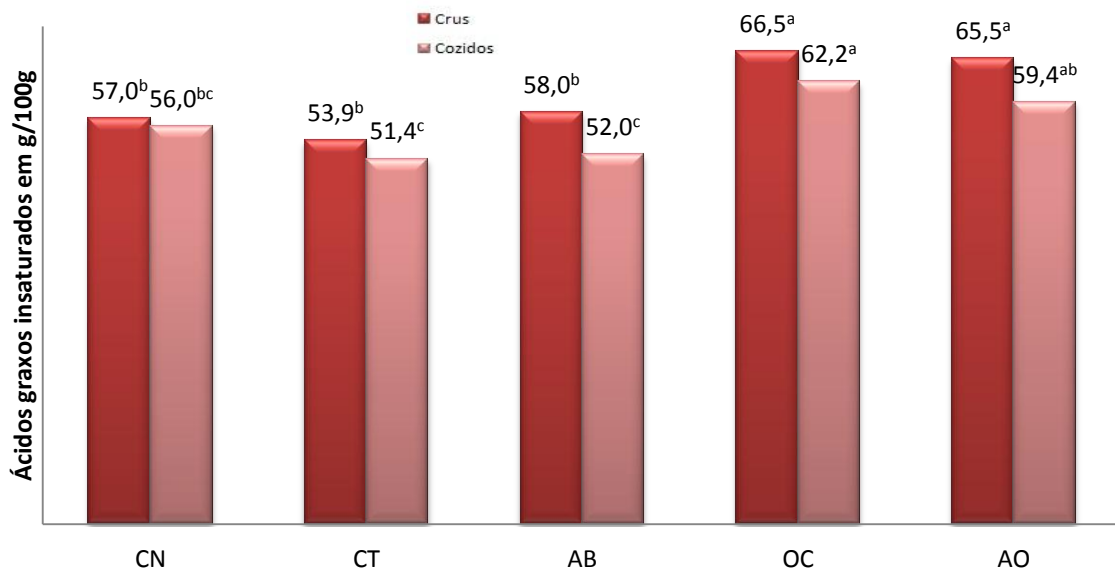


Figura 15 - Teor de ácidos graxos insaturados totais por formulação em gramas por 100 gramas de óleo extraído das amostras. CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma cor são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, de acordo com o teste de Tukey.

Na figura 15, pode-se detectar o papel do óleo de canola para o aumento do teor dos ácidos graxos insaturados em relação às demais formulações, observando-se que os adicionados de óleo de canola apresentaram teores superiores e diferiram dos demais tratamentos ($p < 0,05$), exceto no tratamento AO cozido, que embora tenha valores superiores ao CN, não diferiu estatisticamente do mesmo. Portanto, a adição do óleo de canola exerceu o efeito desejado na melhora do perfil de ácidos graxos de hambúrgueres elaborados com carne bovina, pois foi responsável pela redução dos ácidos graxos saturados e aumento dos insaturados. A importância disso está nos efeitos benéficos provocados à saúde do consumidor, pois leva à redução do colesterol total e colesterol LDL, contribuindo para a prevenção de doenças cardíacas e circulatórias (TOMM, 2007; MORETTO, FETT, 1998).

Resultados semelhantes foram encontrados por Yunes (2010) ao adicionar óleo de canola como substituto parcial da gordura animal em mortadelas. O autor observou que houve redução do teor de ácido mirístico, palmítico, esteárico e palmitoleico, e aumento nos ácidos oleico, linoleico e linolênico, assim como o detectado no presente estudo. Rodríguez-Carpena, Morcuende e Estevéz (2012), ao

adicionar óleos vegetais de girassol, oliva e abacate, verificaram o mesmo efeito para ácido palmítico, esteárico, e saturados totais, ou seja, houve a redução desses ácidos graxos nos hambúrgueres adicionados de óleos vegetais, e, semelhante ao encontrado no presente estudo, houve aumento do percentual de ácidos graxos insaturados, tanto dos monoinsaturados, quanto dos poli-insaturados. A adição de óleos vegetais interesterificados (de palma, algodão e oliva) também exerceu o mesmo efeito no perfil de ácidos graxos em salsichas, conforme reportado por Vural, Javidipour e Ozbas (2004). Eles verificaram que a adição dos mesmos reduziu significativamente os ácidos mirístico, palmítico, esteárico e os saturados em geral, e aumentou os ácidos oleico e linoleico.

Ao analisar os hambúrgueres crus e cozidos, observa-se que a cocção influenciou o teor de todos os ácidos graxos presentes. Na maioria dos casos houve redução, que pode ser devido à perda de lipídeos durante a cocção, e também devido à oxidação, sendo esta mais pronunciada em ácidos graxos poli-insaturados (ácido linoleico e linolênico). Em alguns tratamentos, ao invés de redução, verificou-se o aumento no teor de alguns ácidos graxos: o ácido mirístico aumentou no AO; o palmitoleico no CT, OC e AO; o esteárico no AO; e o linoleico e linolênico no CT. Isso pode ser decorrente da perda de água durante o cozimento, assim ocorre a concentração dos compostos, que resulta em aumento no teor; pode ser também devido à maior retenção de lipídeos, observada nos tratamentos CT e AO, e menor retenção de umidade, no caso do CT, contribuindo para a concentração dos compostos. López-López et al. (2011) verificaram, ao cozinhar hambúrgueres, que houve redução na concentração de ácidos graxos, devido à perda de peso por cozimento e as mudanças na retenção de gordura, assim como o observado no presente estudo, e relataram também que houve aumento do teor para as amostras elaboradas com azeite de oliva pré emulsificado.

A proporção de ácidos graxos poli-insaturados/saturados é um dos principais meios de se avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica dos alimentos, e esta relação deve ser superior à 0,4 (WOOD et al., 2003). A relação AGPI/AGS para os diferentes tratamentos está expressa na figura 16.

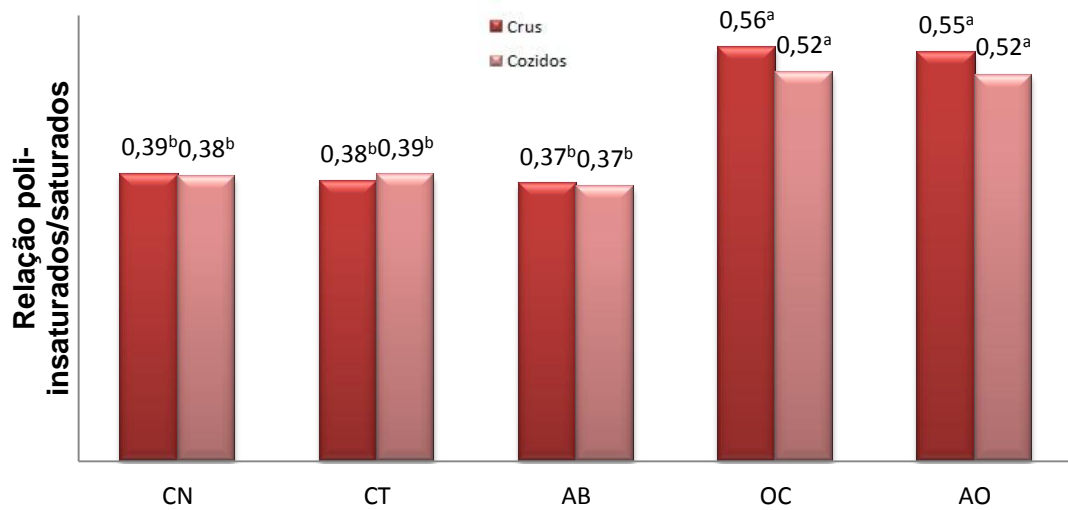


Figura 16 - Relação de ácidos graxos poli-insaturados e saturados para as cinco formulações de hambúrgueres. CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores que apresentam letras iguais na mesma cor são semelhantes a um nível de significância de $p < 0,05$, de acordo com o teste de Tukey.

Na figura 16 observa-se que a relação ácidos graxos poli-insaturados/saturados foi superior nos tratamentos onde houve adição do óleo de canola pré emulsificado, os quais diferiram dos demais ($p < 0,05$), e nos dois casos (OC e AO), esta foi superior ao recomendado (0,4). Portanto, a adição de óleo de canola provocou melhora na qualidade nutricional dos hambúrgueres. O aumento da relação poli-insaturados/saturados foi reportado também por López-López et al. (2011) ao utilizar azeite de oliva, por Yunes (2010) ao utilizar óleo de canola, linhaça, oliva e soja, por Backes (2011), ao utilizar óleo de canola, e por Valência et al. (2008), usando de óleo de linhaça.

5.8 Oxidação Lipídica

Uma das principais causas de deterioração da qualidade em produtos cárneos armazenados é a oxidação lipídica. Esta pode ser catalisada principalmente pela presença de oxigênio, temperatura, íons e aumento da insaturação, e pode ocasionar problemas no odor e sabor dos produtos. Hambúrgueres são altamente susceptíveis a essas reações, pois nestes há moagem da carne e gordura, que provoca aumento na área de exposição ao oxigênio e a outros agentes pró-

oxidantes, facilitando a oxidação lipídica (GRAY, GOMAA; BUCKLEY, 1996; LOPES, 2012).

A estabilidade oxidativa foi avaliada pela mensuração do malonaldeído - MDA (Figura 17), um dos compostos determinados e quantificados através de reação com o ácido tiobarbitúrico (TBA). O malonaldeído é um produto secundário da oxidação lipídica, sendo formado através da decomposição de hidroperóxidos, portanto, maiores teores de MDA indicam maior oxidação lipídica (BONNES-TAOUREL, GUÉRIN, TORREILLES, 1992).

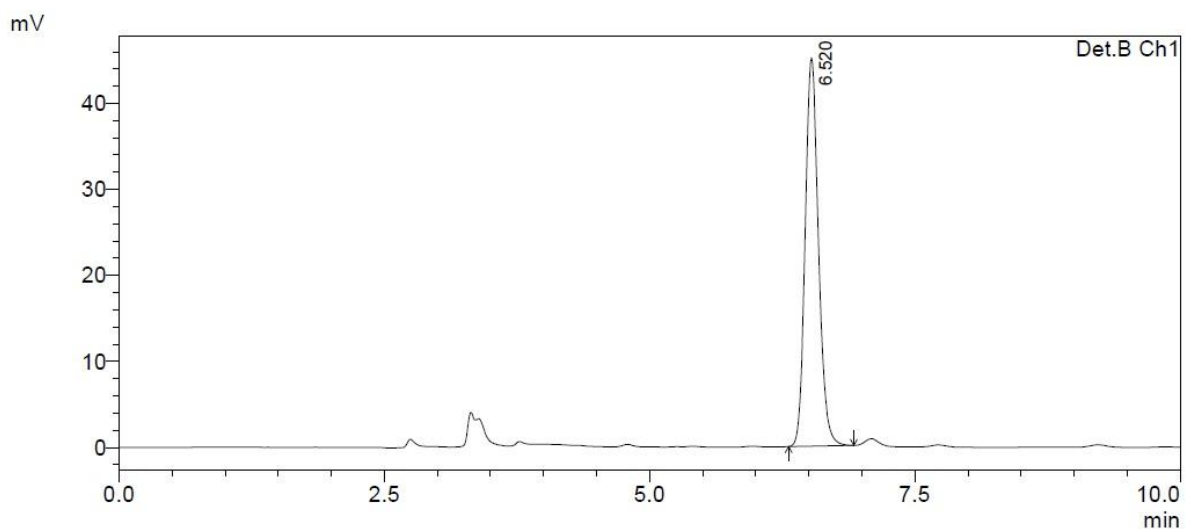


Figura 17 - Cromatograma contendo pico de malonaldeído em formulação de hambúrguer cru com óleo de canola (OC).

A estabilidade oxidativa foi avaliada a cada trinta dias, até completar o período total de 120 dias. Em hambúrgueres crus e cozidos, observou-se o aumento da oxidação lipídica conforme o tempo de armazenamento, como pode ser visualizado na tabela 12 (crus) e 13 (cozidos).

Tabela 12 - Oxidação lipídica das cinco formulações de hambúrgueres crus.

Tratamentos	Oxidação lipídica (mg MDA/kg amostra)				
	Tempo de armazenamento (dias)				
	1	30	60	90	120
CN	0,07±0,01 ^{aE}	0,22±0,00 ^{aD}	0,35±0,01 ^{bcC}	0,78±0,06 ^{bB}	0,99±0,00 ^{cA}
CT	0,03±0,01 ^{aD}	0,14±0,01 ^{aC}	0,21±0,04 ^{dC}	0,60±0,01 ^{cB}	0,88±0,01 ^{dA}
AB	0,05±0,00 ^{aD}	0,15±0,01 ^{aC}	0,27±0,01 ^{cdB}	0,35±0,01 ^{dB}	0,65±0,03 ^{eA}
OC	0,04±0,00 ^{aE}	0,19±0,01 ^{aD}	0,53±0,02 ^{aC}	0,73±0,06 ^{bB}	1,19±0,04 ^{bA}
AO	0,07±0,00 ^{aE}	0,23±0,00 ^{aD}	0,43±0,09 ^{bC}	0,98±0,03 ^{aB}	1,41±0,04 ^{aA}

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores seguidos de letras maiúsculas diferentes na mesma linha e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Tabela 13 - Oxidação lipídica das cinco formulações de hambúrgueres cozidos.

Tratamentos	Oxidação lipídica (mg MDA/kg amostra)				
	Tempo de armazenamento (dias)				
	1	30	60	90	120
CN	0,11±0,00 ^{aD}	0,54±0,02 ^{aC}	0,57±0,13 ^{aC}	0,85±0,01 ^{bB}	1,26±0,03 ^{bA}
CT	0,04±0,00 ^{aE}	0,20±0,01 ^{cd}	0,40±0,01 ^{bC}	0,61±0,05 ^{cB}	1,09±0,06 ^{cA}
AB	0,07±0,00 ^{aD}	0,36±0,01 ^{bC}	0,41±0,00 ^{bBC}	0,47±0,01 ^{dB}	0,70±0,02 ^{dA}
OC	0,07±0,01 ^{aE}	0,32±0,00 ^{bD}	0,57±0,02 ^{aC}	0,93±0,00 ^{abB}	1,33±0,01 ^{bA}
AO	0,09±0,00 ^{aE}	0,50±0,00 ^{aD}	0,62±0,01 ^{aC}	0,98±0,01 ^{aB}	1,50±0,03 ^{aA}

CN: Controle negativo (hambúrguer convencional com 20% de gordura animal); CT: Tratamento controle (hambúrguer com redução do teor de gordura para 10%); AB: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi; OC: hambúrguer com 5% de óleo de canola; AO: hambúrguer com 1,5% de subproduto de abacaxi e 5% de óleo de canola. Os valores seguidos de letras maiúsculas diferentes na mesma linha e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

A partir dos dados apresentados nas tabelas 12 e 13, verifica-se que houve, para todos os tratamentos, aumento da oxidação lipídica durante os períodos de estocagem. Em alguns casos, como o observado para os tratamentos CT e AB em hambúrgueres crus, e CN e AB nos cozidos, não houve diferença significativa entre alguns períodos, contudo, houve elevação do teor de malonaldeído, indicando aumento da oxidação, embora a diferença não tenha sido significativa ($p < 0,05$). Durante a estocagem, os hambúrgueres foram acondicionados em PEAD, que são

permeáveis ao oxigênio, desse modo, a exposição, ao longo do tempo, catalisou a auto-oxidação dos lipídeos presentes nas amostras, a qual ocorre através da ligação do oxigênio atmosférico com os segmentos reativos das moléculas de gordura (REGITANO-D'ARCE, 2006). Além da exposição ao oxigênio, durante a estocagem houve exposição, embora pequena (durante as aberturas da câmara fria), à luz. A fotoxidação é mais intensa que a auto-oxidação, e ocorre na presença de mioglobina (pigmento das carnes) e de oxigênio de maior reatividade que o comum, formado por reações fotoquímicas (na presença de luz) (REGITANO-D'ARCE, 2006). Desse modo, o aumento da oxidação ao longo do tempo, foi provocado principalmente pela exposição gradual ao oxigênio, e possivelmente devido, em menor grau, à presença de luz. O aumento da oxidação através da estocagem (152 dias) foi verificado também por López-López et al. (2010), em hambúrguer controle (com 10% de gordura suína), e tratamentos com adição de fibra e óleos vegetais.

Em relação às diferentes formulações testadas, observou-se a mesma tendência para hambúrgueres crus e cozidos: os tratamentos com maior adição de gordura animal e óleo vegetal foram mais susceptíveis à oxidação lipídica. Para os hambúrgueres crus, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cinco formulações no período 1 (um dia de armazenamento após processamento), e no tempo de 30 dias. A partir dos 60 dias, verificou-se diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$). Nos últimos 3 meses de estocagem (período 60, 90 e 120), os tratamentos OC e AO foram os mais oxidados, seguidos do CN. Aos 60 dias, o maior valor foi encontrado para o OC, seguido do AO e CN, sendo que os dois últimos foram semelhantes ($p < 0,05$). Aos 90 e 120 dias, houve inversão entre os tratamentos OC e AO, assim, o último apresentou-se mais oxidado e diferiu do primeiro ($p < 0,05$), e o CN permaneceu com o terceiro maior valor, não diferindo do OC aos 90 dias. Entre os tratamentos CT e AB, que apresentaram os menores valores de oxidação, observa-se que no período de 60 dias, não houve diferença significativa ($p < 0,05$), mas aos 90 e 120, eles diferiram ($p < 0,05$), e foi inferior no AB. Para os hambúrgueres cozidos, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos no primeiro tempo de análise, assim como para os crus, contudo, para os demais períodos, os teores de malonaldeído foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). Aos 30 dias de armazenamento, as amostras mais oxidadas foram o CN e AO, estatisticamente semelhantes ($p < 0,05$), seguidos do AB e OC, também similares entre si. No tempo de 60 dias de estocagem, AO, OC e CN apresentaram maiores

teores de malonaldeído e foram estatisticamente semelhantes ($p < 0,05$); aos 90 dias, AO e OC mantiveram-se como os mais oxidados, sem apresentar diferença estatística ($p < 0,05$), seguidos do CN, que diferiu dos primeiros; e aos 120 dias, AO foi o mais oxidado, e diferiu do OC e CN, que aparecem como os segundos mais oxidados, e não diferiram entre si ($p < 0,05$). Em relação aos menores teores de malonaldeído, observa-se que aos 30 dias, o tratamento CT foi o menos oxidado e aos 60, este permaneceu, mas juntamente com o AB, os quais não diferiram ($p < 0,05$). Todavia, aos 90 e 120, o AB foi o menos oxidado, e diferiu do CT, que apresentou valor significativamente superior ($p < 0,05$).

Os resultados observados para os diferentes tratamentos mostram o efeito do teor e fonte de lipídeos na susceptibilidade a oxidação lipídica, bem como a ação de compostos protetores na mesma. Para os hambúrgueres crus, os tratamentos AO, OC apresentaram os maiores índices de oxidação, seguidos do CN. Esse maior índice, é explicado pela presença do óleo de canola, que é fonte de ácidos graxos insaturados (mono e poli-insaturados), os quais, segundo Regitano d'Arce (2006), são mais susceptíveis à oxidação lipídica, pois as duplas ligações são sítios reativos na molécula; portanto, quanto mais insaturado, maior a oxidação. Deste modo, com a adição desse óleo vegetal, houve redução na estabilidade oxidativa dos hambúrgueres. A redução da estabilidade oxidativa também foi detectada por Yunes (2010), o qual verificou que os tratamentos onde houve substituição parcial ou total da gordura suína por óleos vegetais, apresentaram-se mais oxidados nos períodos de 14, 45 e 60 dias de armazenamento. Em relação ao CN, os valores de oxidação encontrados são decorrentes do elevado teor de gordura presente em relação aos demais tratamentos, nos quais houve redução de 50% do toucinho. Embora o teor lipídico seja superior ao dos tratamentos AO e OC, o toucinho apresentou menor formação de malonaldeído por conter menores teores de ácidos graxos insaturados, sendo, portanto, menos susceptível à oxidação.

Entre os tratamentos AO e OC, o primeiro apresentou os maiores índices de oxidação para a maioria dos períodos analisados. Isso pode ser devido à presença de minerais, íons ou metais, que podem atuar como pró-oxidantes. Segundo Almeida et al. (2009), os subprodutos de abacaxi contém ferro, manganês e cobre, os quais, segundo Regitano-d'Arce (2006), são catalisadores do processo de rancidez oxidativa. Devido a isso, portanto, estes oxidaram mais que aqueles contendo somente óleo vegetal.

Para hambúrgueres cozidos, exceto no período de 30 dias de armazenamento, observou-se resultados semelhantes aos dos hambúrgueres crus, ou seja, as amostras mais oxidadas foram as AO, OC e CN, que se justifica pelo teor de ácidos graxos e presença de insaturação. No período de 30 dias de estocagem, os tratamentos CN e AO apresentaram-se mais oxidados, seguido do AB, OC e CT. O fato do AB apresentar-se mais oxidado que o OC, e do CN mais que o AO, pode ser devido ao processo de cocção, pois na chapa elétrica havia pontos de maior e menor aquecimento, desse modo, pode ter ocorrido o superaquecimento dessas amostras, resultando em maior oxidação dos ácidos graxos devido à temperatura. Essa é a provável causa do ocorrido, pois no período de 30 dias em hambúrgueres crus, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à oxidação lipídica, deste modo, o único interferente foi o processo de cocção dos mesmos.

As formulações CT e AB para hambúrgueres crus e cozidos foram as que apresentaram menor oxidação. No CT isso se deve somente ao baixo teor lipídico presente em relação aos tratamentos CN, OC e AO, mas em relação ao AB, o qual mostrou-se mais estável em relação ao CT, tal efeito pode ser devido também à presença de compostos antioxidantes nos subprodutos de abacaxi, os quais contribuíram para a proteção dos ácidos graxos. Segundo Melo et al. (2008) e Sousa et al. (2011), os subprodutos de abacaxi contém vitamina C, carotenóides, flavonóides e polifenóis que apresentam atividade antioxidante. Portanto, estes foram eficazes em reduzir a oxidação do conteúdo lipídico na formulação AB. Aleson-Carbonell et al. (2005) verificaram o mesmo efeito na adição de albedo de limão em hambúrgueres, devido à presença de compostos antioxidantes. O provável efeito antioxidante do subproduto de abacaxi foi suficiente no tratamento AB, onde o teor lipídico foi inferior ao AO, entretanto, no último, esse efeito não foi observado, sendo este o mais oxidado na maioria dos períodos analisados.

Analisando e comparando-se os dados apresentados nas tabelas 12 e 13, é possível verificar que a cocção também exerceu efeitos no processo oxidativo dos lipídeos das amostras. Os hambúrgueres cozidos de todos os tratamentos apresentaram-se mais oxidados, e isso se deve à ação da temperatura nos ácidos graxos, pois esta atua como catalisador da oxidação lipídica. De acordo com Regitano-d'Arce (2006), a velocidade das reações oxidativas aumenta conforme ocorre a elevação da temperatura, e ácidos graxos saturados e insaturados são susceptíveis quando expostos ao oxigênio e calor. Desse modo, todas as amostras

tornaram-se mais oxidadas após cocção. O aumento da susceptibilidade à oxidação lipídica em hambúrgueres cozidos foi observado também por Lopez-Vargas et al. (2014) e Novello e Pollonio (2013), em carnes por Serrano et al. (2007), e em salsichas por Valencia et al. (2008).

Segundo Counsell e Hornig (1981), provadores treinados são capazes de identificar odores de ranço com teor de 0,5 a 1,0 mg de MDA/ kg de amostra, e consumidores não treinados, entre 0,6 e 2,0 mg MDA/ kg de amostra. Portanto, com os valores obtidos, observa-se que provadores treinados seriam capazes de detectar odores de rancidez, mas os consumidores não. Esses resultados indicam que, no período de armazenamento de quatro meses, não haveria problemas de aceitação dos hambúrgueres pelos consumidores, em relação à rancidez oxidativa.

6. CONCLUSÃO

A incorporação dos substitutos de gordura em hambúrgueres com limitação do teor lipídico mostrou-se benéfica em relação às propriedades tecnológicas e nutricionais dos produtos. A adição de subproduto de abacaxi resultou em melhoria nas propriedades de cozimento, contribuindo para maior retenção de umidade e lipídeos, e menor redução de diâmetro e perda de peso por cozimento; e a adição de óleo de canola interferiu positivamente nas propriedades nutricionais, promovendo melhoria no perfil de ácidos graxos, e gerando um produto mais saudável. A incorporação de ambos, aliada a redução no teor de gordura, também resultou na diminuição do valor calórico, comparado ao produto convencional, e proporcionou a obtenção de um produto mais macio, em relação ao submetido apenas à redução de gordura.

Em relação à cor, pH e atividade de água dos produtos, observou-se variação entre as formulações. Houve também variação na oxidação lipídica, sendo superior naquelas contendo óleo de canola e maior teor lipídico.

Dessa forma, a redução de gordura, associada à adição de substitutos, gera produtos com características desejáveis, indicando o potencial de aplicação dos mesmos para obtenção de produtos mais saudáveis, com boas propriedades tecnológicas, e estáveis à rancidez oxidativa no armazenamento congelado por quatro meses.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a problemática da poluição ambiental, através da eliminação de resíduos pelas agroindústrias de processamento de frutas, os hambúrgueres elaborados no presente estudo apresentam uma alternativa viável para minimizar esse grande problema, diminuindo o desperdício e o descarte inadequado dos enormes volumes de resíduos gerados, e contribuindo para a melhoria do ambiente em que vivemos. Além disso, considerando-se também a necessidade de fornecer produtos mais saudáveis ao consumidor, esses resíduos se tornam importantes ingredientes alimentares, com potencial aplicação como substituto de gorduras, mantendo as características dos hambúrgueres semelhantes àqueles com elevado teor lipídico.

Para continuidade do estudo, é de suma importância realizar teste sensorial, com a finalidade de verificar a impressão e aceitação do consumidor dos produtos avaliados.

REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n. 4, p.257-265, 2009.
- ALESON-CARBONELL, L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; KURI, V. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, p. 247– 255, 2005.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; FONSECA, M. L.; MAGALHÃES, C. E. C.; LOPES, M. F. G.; LEMOS, T. L. G. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 581-586, 2009.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). The Definition of Dietary Fibre. **Cereal Foods World**, v. 46, n. 3, p. 112-126, 2001.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). **Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat**. Illinois: National Livestock and Meat Board, 1978, 24p.
- ANDERSON, E. T.; BERRY, B. W. Identification of non-meat ingredients for increasing fat holding capacity during heating of ground beef. **Journal of Food Quality**, v. 24, n. 4, p. 291-299. 2001.

ANDRADE, P. F. S. **Fruticultura – Análise da conjuntura agropecuária**. SEAB – Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento, DERAL – Departamento de Economia Rural, 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf>, acesso em 03/09/2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 18th ed, Gaithersburg, 2010.

AQUINO, A. C. M. de S.; MOÉS, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 69, n. 3, 2010.

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

ARISSETO, A. P. **Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito**. Dissertação - (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, 2003. 145 p.

ASP, N. Enzymatic gravimetric methods In: SPILLER, G. A. **CRC handbook of dietary fiber in human nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, p. 37-45, 1992.

BACKES, A. M. **Desenvolvimento de produto cárneo fermentado adicionado de óleo de canola**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. 108p.

BACKES, A. A.; RONEER, M. N. B.; OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, A. C. D. Aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos na alimentação humana e animal. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 2, 2007.

BARBUT, S.; MITTAL, G. S. Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 31, n. 3, p. 241-247, 1996.

BERGAMO, P.; FEDELE, E.; BALESTRIERI, M.; ABRESCIA, P.; FERRARA, L. Measurement of malondialdehyde levels in food by high-performance liquid chromatography with fluorometric detection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.2171-2176, 1998.

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**, Mossoró, v. 7, n. 4., p. 33-37, 2012.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

BOAS, E. V. B. V. **Avaliação nutricional dos alimentos**. Lavras: FAEPE – UFLA, 1999. 53p.

BONNES-TAOUREL, D.; GUÉRIN, M. C.; TORREILLES, J. Is malonaldehyde a valuable of peroxidation? *Biochemical Pharmacology*, v. 44, n. 5, p. 985-988, 1992.

BORDERÍAS, A. J.; SÁNCHEZ-ALONSO, I; PÉREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 458–465, 2005.

BORTOLUZZI, R. C. **Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). 2009. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2009. 86p.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, V. D. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi Smooth cayenne. **Ciência Agrotécnica**, v.26, n.2, p.362-367, 2002.

BOURNE, M.C. **Food Texture and Viscosity**: concept and measurement. 2nd. ed, London: Academic Press, 2002, 427p.

BOURRE, J. M. Effects of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: update on dietary requirements for brain. Part 1: Micronutrients. **Journal of Nutrition Health and Aging**, v. 10, n. 5, p. 377–385, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 – Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. **D.O.U. - Diário Oficial da União**; Brasília, de 26 de dez. 2003.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005 – Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **D.O.U. - Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 20 de 31 de julho de 2000 - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer. **D.O.U. de 20/11/2001**. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>, acesso em 29/08/2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 49 de 22 de dezembro de 2006 - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados. **D.O.U. – Diário Oficial da União**. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>, acesso em 27/08/2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2013). **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023** Brasília — DF, Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica — Brasília: Mapa/ACS (4ª ed.). Disponível em: <

http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/planos%20e%20programas/projecoes%20para%20web_menor.pdf>, acesso em 03/09/2014.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP; Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL. São Paulo, 2010. Disponível em: < <http://www.brasilfoodtrends.com.br/>>, acesso em 14/09/2014.

CABRERA, M. C.; SAADOUN, A. Na overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. **Meat Science**, v. 98, p. 435–444, 2014.

CARVALHO, V. D.; CLEMENTE, P. R. Qualidade, colheita, industrialização e consumo de abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.74, p.37-42, 1981.

CAVALCANTI, M. A.; SELVAM, M. M.; VIEIRA, R. R. M. COLOMBO, C. R.; QUEIROZ, V. T. M. **Pesquisa e desenvolvimento de produtos usando resíduos de frutas regionais: inovação e integração no mercado competitivo.** In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, 2010.

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

CHEUNG, P. C. K. Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. **Food Science and Human Wellness**, n. 2, p. 162-166, 2013.

CHOI, Y.; CHOI, J.; HAN, D.; KIM, H.; LEE, M.; KIM, H.; JEONG, J.; KIM, C. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, v. 82, p. 266-271, 2009.

CHOI, Y.; CHOI, J.; HAN, D.; KIM, H.; KIM, H.; LEE, M.; CHUNG, H.; KIM, C. Effects of *Laminaria japonica* on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat pork patties. **Meat Science**, v. 91, p. 1-7, 2012.

CHOI, Y.; LEE, M.; JEONG, J.; CHOI, J.; HAN, D.; KIM, H.; LEE, E.; KIM, C. Effects of wheat fiber on the quality of meat batter. **Journal of Korean Society for Food Science of Animal Resources**, v. 27, n. 1, p. 22–28, 2007.

CODEX ALIMENTARIUS, Report of the 31st session of the Codex Committee on nutrition and foods for specific dietary uses, **ALINORM** 10/33/26, 2010.

COFRADES, S.; CARBALLO, J.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Heating Rate Effects on High-fat and Low-fat Frankfurters with a High Content of Added Water. **Meat Science**, v. 47, n. 1/2, p. 105-114, 1997.

COSTA, L. O. **Processamento e diminuição do reprocesso do hambúrguer bovino (HBV).** Monografia apresentada a Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

COSTA, J. M. C.; FELIPE, E. M. F.; MAIA, G. A.; BRASIL, I. M.; HERNANDEZ, F. F. H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.2, p. 228-232, 2007.

COUNSELL, J. N.; HORNIG, D. H. **Vitamin C (ascorbic acid)**. England: Applied Science, 1981. Cap. 7

CUKIER, C.; MAGNONI, D.; ALVAREZ, T. **Nutrição baseada na fisiologia dos órgãos e sistemas**. São Paulo: Sarvier, cap. 16, p. 142, 2005.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DIPENMAAT-WOLTERS, M. G. E. Functional Properties of Dietary fibre in foods. In: Food Ingredients Europe, Paris, 1993. **Proceeding**. Maarssen: Expoconsult, 1993. p. 44-56.

EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: An update. **Annual Review of Nutrition**, v. 12, p. 19-35. 1992.

EGBERT, W. R.; HUFFMAN, C. L.; CHEN, C. C.; DYLEWSKI, D. P. Development of low-fat ground beef. **Food Technology**, v.45, n. 6, p. 64-73, 1991.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: polpa e suco de frutas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1 ed., 123p., 2003.

FARIA, E. A.; LELES, M. I. G.; IONASHIRO, M.; ZUPPA, T. O.; ANTONIOSI FILHO, N. R. Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA. **Eclética Química**, vol. 27, São Paulo, 2002.

FEIJÓ, G. L. D. **Qualidade da carne bovina**. Curso: Conhecendo a carne que você consome. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999. 25p.

FENNEMA, O. R. Food Chemistry, third ed. **Food and Science Technology**, v. 76, Marcel Dekker, Inc., New York, USA, 1996.

FERGUSON, L. R.; CHAVAN, R. R.; HARIS, P. J. Changing concepts of dietary fiber: implications for carcinogenesis. **Nutrition and Cancer**, v. 39, n. 2, p. 155-169, 2001.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. **Meat Science**, v. 67, p. 7-13, 2004.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; FERNÁNDEZ-GUINÉS, J. M.; ALESON-CARBONELL, L.; SENDRA, E.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. Application of functional citrus by-products to meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 15, p. 176-185, 2004.

FILISSETTI, T. M. C. C. Fibra alimentar: definição e métodos analíticos. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales iberoméricanos**. São Paulo: Edusp, 2006. Cap. 11, p.255-286.

Food and Agriculture Organization – FAO, Statistics Division/FAOSTAT. 2014. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QC/E>>, acesso em 23/09/2014.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia de segurança alimentar**. Tradução: Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANÇA-SANTOS, A.; ALVES, R. S.; LEITE, N. S.; FERNANDES, R. P. M. Estudos bioquímicos da enzima bromelina do *Ananas comosus* (abacaxi). **Scientia Plena**, v. 5, n. 11, 2009.

FURUYA, V. R. B.; HAIASHI, C.; FURUYA, W. M. Farelo de canola na alimentação de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante o período de reversão do sexo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1067-1073, 1997.

GARCÍA, M. L.; CÁCERES, E.; SELGAS, M. D. Utilisation of fruit fibres in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 624-631, 2007.

GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; CORDOVA, K. R. V. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Ponta Grossa, v. 3, n. 2, 2009.

GIESE, J. Developing low-fat meat products. **Journal Food Science**; v. 46, n.4, p. 100-108, 1992.

GIESE, J. Fats, oils and fat replacers. **Food Technology**, v. 50, p. 78-83, 1996.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n. 1, p. 14-20, 2003.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf-life of meats. **Meat Science**, v. 43, n. 1, p. 111-113, 1996.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; ABADÍAS-SERÓS, M. I.; MARTÍN-BELLOSO, O. Characterization of low-fat high-dietary fibre frankfurters. **Meat Science**, v.52, p. 247-256, 1999.

GUSTAFSSON, I. B.; VESSBY, B.; OHRVALL, M.; NYDAHL, M. A diet rich in monounsaturated rapeseed oil reduces the lipoprotein cholesterol concentration and increases the relative content of n-3 fatty acids in serum in hyperlipidemic subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, p. 667-674, 1994.

HARTMAN, L.; LAGO, R. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Laboratory practice**, v.22, n.8, p.475-476, 1973.

HOFFMAN, L. C.; JOUBERT, M.; BRAND, T. S.; MANLEY, M. The effect of dietary fish oil rich in n - 3 fatty acids on the organoleptic, fatty acid and physicochemical characteristics of ostrich meat. **Meat Science**, v. 70, p. 45-53, 2005.

HOOGENKAMP, H. W. Low-fat and low-cholesterol sausages. **Fleischerei**, v.40, n.10, p. III-IV, 1989.

HU, F. B.; STAMPFER, M. J.; MANSON, J. E.; RIMM, E.; COLDITZ, G. A.; ROSNER, B. A.; HENNEKENS, C. H.; WILLETT, W. C. Dietary fat intake and risk of coronary heart disease in women. **The New England Journal of Medicine**, n. 337, p. 1491-1499, 1997.

HUBER, H. **Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

HUGHES, E.; COFRADES, S.; TROY, D. J. Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Science**, v. 45, n. 3, p. 273-281. 1997.

JIMENÉZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science & Technology**. 1996.

JIMÉNEZ COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v. 59, p. 5-13, 2001.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; SERRANO, A.; AYO, J.; SOLAS, M. T.; COFRADES, S.; CARBALLO, J. Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak with added walnuts. **Meat Science**, v. 65, n.4, p.1391-1397, 2003.

KACZMARCZYK, M. M.; MILLER, M. J.; FREUND, G. G. The health benefits of dietary fiber: Beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. **Metabolism Clinical and Experimental**, v. 61, p. 1058-1066, 2012.

KEETON, J. T. Low-Fat Meat Products - Technological Problems with Processing. **Meat Science**, v. 36, p. 261-276, 1994.

KWON, J. S.; SNOOK, J. T.; WARDLAW, G. M.; HWANG, D. H. Effects of diets high in saturated fatty acids, canola oil, or safflower oil on platelet function, thromboxane B2 formation, and fatty acid composition of platelet phospholipids. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, p. 351-358, 1991.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**, 6th edition, Porto Alegre: Artmed, 2005.

LI, R.; CARPENTER, J. A.; CHENEY, R. Sensory and instrumental properties of smoked sausage made with Mechanically Separated Poultry (MSP) meat and wheat protein. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 5, 1998.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N.; TAVARES, M. P.; SZARFARC, S. C.; FISBERG, R. M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 73-80, 2000.

LIN, K. C.; KEETON, J. T.; GILCHRIST, C. L.; CROSS, H. R. Comparisons of carboxymethyl cellulose with differing molecular features in low fat frankfurters. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 1592–1595, 1988.

LIU, M. N.; HUFFMAN, D. L.; EGBERT, W. R. Replacement of beef fat with partially hydrogenated plant oil in lean ground beef patties. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 3, p.861-862, 1991.

LOPES, M. R. F. **Carne bovina reestruturada com óleo de canola e antioxidante: desenvolvimento e atributos sensoriais**. Dissertação (Mestrado em ciências), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012. 100p.

LÓPEZ-LÓPEZ, I.; COFRADES, S.; YAKAN, A.; SOLAS, M. T.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Frozen storage characteristics of low-salt and low-fat beef patties as affected by Wakame addition and replacing pork backfat with olive oil-in-water emulsion. **Food Research International**, v. 43, p. 1244-1254, 2010.

LÓPEZ-LÓPEZ, I.; COFRADES, S.; CAÑEQUE, V.; DÍAZ, M. T.; LÓPEZ, O.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Effect of cooking on the chemical composition of low-salt, low-fat Wakame/olive oil added beef patties with special reference to fatty acid content. **Meat Science**, v. 89, p. 27-34, 2011.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDAMARTOS, M. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Meat Science**, v. 97, p. 270-276, 2014.

LOUSADA JÚNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 37, n. 1, p.70-76, 2006.

MADRUGA, M. S.; ARAÚJO, W. O.; SOUSA, W. H.; CÉZAR, M. F.; GALVÃO, M. S.; CUNHA, M. G. G. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1838-1844, 2006.

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

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, P. 193-201, 2008.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998. 150p.

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 61, p. 1-6, 2013.

MUGUERZA, E.; GIMENO, O.; ANSORENA, D.; BLOUKAS, J. G.; ASTIASARÁN, I. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona - a traditional Spanish fermented sausage. **Meat Science**, v. 59, p. 251-258, 2001.

MUHAMMAD, S.; KHALIL, I. A.; KHAN, S. Fatty acid composition of rape and mustard oilseed cultivars. **Khyber Science Journal**, v. 4, n. 1, p. 29-36, 1991.

NOLASCO, A. M. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam) D. C.**: caracterização e perspectivas. 2000. 171p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Teores de colesterol e oxidação lipídica em hambúrguer bovino com adição de linhaça dourada e derivados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.805-808, 2013.

NYDAHL, M.; GUSTAFSSON, I. B.; OHRVALL, M.; VESSBY, B. Similar effects of rapeseed oil (canola oil) and olive oil in a lipid-lowering diet for patients with hyperlipoproteinemia. **Journal of America College of Nutrition**, v. 14, p. 643-651, 1995.

O'BRIEN, R. D. **Fats and oils: Formulating and Processing for Applications**. Technomic Publishing Company: Lancaster, 1998. 592p.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. FLAVICARPA) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, 2002.

OSPINA-E, J. C.; CRUZ-S, A.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation. **Meat Science**, v. 84, p. 491-497, 2010.

OZVURAL, E. B.; VURAL, H. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters. **Meat Science**, v. 78, p. 211-216, 2008.

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

PARK, J. C.; JEONG, J. Y.; LEE, E. S.; CHOI, J. H.; CHOI, Y. S.; YU, L. H. Effects of replaced plant oils on the quality properties in low-fat hamburger patties. **Korean Journal of Food Science and Technology**, n.37, v.3, p. 412-417. 2005.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, Chile, v. 2, n. 1, p.118-127, 2007.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais: arroz, trigo, milho e aveia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 130p.

PERIAGO, M. J.; ROS, G.; LÓPEZ, G.; MARTINEZ, M. C.; RINCON, F. Componentes de la fibra dietética y su efectos fisiológicos. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, v. 33, n. 3, p. 229-247, 1993.

PIEIDADE, J.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sanguíneo em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.23, n.2, 2003.

PIETRASIK, Z.; DUDA, Z. Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. **Meat Science**, v. 56, p. 181-188, 2000.

PIMENTEL, C. V. M. L.; FRANCKI, K. M.; GOLLUCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Metha, 2005. 95p.

PINTO, M. V. P. **Utilização digestiva de dietas com diferentes fontes de fibras e determinação de curvas glicêmicas em cães adultos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. 73p.

REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Deterioração de lipídeos - ranço. In: OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Primeira edição. Barueri, São Paulo: Manole, 2006. p. 243-299.

REISER, S. Metabolic effects of dietary pectins related to human health. **Food Technology**, v.4, n. 2, p. 91-99, 1987.

ROCHA-GARZA, A. E.; ZAYAS, J. F. Quality of broiled beef patties supplemented with wheat germ protein flour. **Journal of Food Science**, v. 6, n. 2, 1996.

RODRIGUES, B. S. **Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2010.

RODRÍGUEZ-CARPENA, J. G.; MORCUENDE, D.; ESTÉVEZ, M. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. **Meat Science**, v. 90, p. 106-115, 2012.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.

SALGADO, S. M., GUERRA, N. B.; MELO-FILHO, A. B. Polpa de Fruta Congelada: Efeito do Processamento sobre o conteúdo de Fibra Alimentar. **Rev Nut**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 303-308, 1999.

SALVINO, E. M.; SILVA, J. A.; NOBREGA, E. S.; NASCIMENTO, J. C.; COSTA, M. J. C.; MACIEL, J. F. Caracterização microbiológica, físico-química e sensorial de hambúrgueres de carne de avestruz (*Struthio camellus*), elaborados com substituto de gordura. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 34-41, 2009.

SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; MUÑOS, C. M.; FUENTES, E.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SENDRA, E.; SAYAS, E.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. **Meat Science**, v. 85, p. 70–76, 2010.

SANTANA, A. F.; OLIVEIRA, L. F. Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus, shrad*) na produção artesanal de doces alternativos. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v.16, n.4, p.363-368, 2005.

SCHAUB, S.M.; LEONARD, J.J. Compositing: an alternative waste management option for food processing industries. **Trends in Food Science & Technology**, v.7, p.263-268, 1996.

SCHERR, C.; RIBEIRO, J. P. Gorduras em Laticínios, Ovos, Margarinas e Óleos: Implicações para a Aterosclerose. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**. v. 95, n. 1, p. 55-60, 2010.

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 hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 244-248, 2002.

SERRANO, A.; LIBRELOTTO, J.; COFRADES, S.; SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method. **Meat Science**, v. 77, p. 304-313, 2007.

SILVA, C. E. **Elaboração e avaliação de hambúrgueres de carne bovina com substituições de toucinho por farinha de linhaça**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

SILVA, P. F.; SOUSA, S.; DAMIÃO, F. S.; NUNES, W. J. F.; LEITE, L. A. **Obtenção e análise sensorial de biscoito elaborado com resíduos de frutas e hortaliças**.

Resumo de Trabalho Científico. I Semana Acadêmica da Engenharia de Alimentos de Pombal. Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

SORENSEN, G.; JORGENSEN, S. S. A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. **Z Lebens Unters forsch**, 202, p.205-210, 1996.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SOUZA-FILHO, M. S. M.; LIMA, J. R.; NASSU, R. T.; MOURA, C. F. H.; BORGES, M. F. Formulações de néctares de frutas nativas das regiões Norte e Nordeste do Brasil. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 275-283, 2000.

STRAUS, E. L.; MENEZES, L. V. T. Minimização de resíduos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1993, Natal. **Anais...** Natal: ABES, 1993, p.215-225.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA, UNICAMP.- 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

TOLEDO, N. M. V. **Aproveitamento de subprodutos da industrialização do maracujá para elaboração de iogurte**. Dissertação (Mestrado em Ciências), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. 129p.

TOMM, G. O. Canola: planta que traz muitos benefícios à saúde humana e cresce em importância no Brasil e no mundo. **A lavoura**, p. 46-47, 2007.

TROUTT, E. S.; HUNT, M. C.; JOHNSON, D. E.; CLAUS, J. R.; KASTNER, C. L. Characteristics of low-fat ground-beef containing texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 1, p. 19–24, 1992a.

TROUTT, E. S., HUNT, M. C., JOHNSON, D. E., CLAUS, J. R., KASTNER, C. L., KROPF, D. H., & STRODA, S. Chemical, physical, and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 1, p. 25-29, 1992b.

TROY, D. J.; DESMOND, E. M.; BUCKLEY, D. J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, n. 4, p. 507-516, 1999.

USDA - **FAS attached reports, official statistics and results of office research: beef and veal summary selected countries**. 2014. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>>, acesso em 02/09/2014.

VALÊNCIA, I.; O'GRADY, M. N.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I.; KERRY, J. P. Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following

the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. **Meat Science**, v. 80, p. 1046-1054, 2008.

VERRUMA-BERNARDI, M. R. Avaliação da perda térmica em diferentes tipos de carne bovina para elaboração de bifés. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 15, n. 80, 2001.

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

_____, W. Evaluation os direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel. **Fette Seifen Anstrichmittel**, 77, p.239-240, 1975.

VURAL, H.; JAVIDIPOUR, I.; OZBAS, O. O. Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. **Meat Science**, v. 67, p. 65-72, 2004.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effect of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 66, p. 21-32, 2003.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, p. 343–358, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. WHO Technical Report Series 916. Genève, 2003.

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

YOUSSEF, M. K.; BARBUT, S.; SMITH, A. Effects of pre-emulsifying fat/oil on meat batter stability, texture and microstructure. **International Journal of Food Science and Technology**, n.46, p.1216-1224, 2011.

YUNES, J. F. F. **Avaliação dos efeitos da adição de óleos vegetais como substitutos de gordura animal em mortadela**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. 103p.