



**INSTITUTO FEDERAL**

Mato Grosso

Campus Cuiabá - Bela Vista

**ELABORAÇÃO DE PRÉ-MISTURA PARA ADIÇÃO  
DE ÓLEO VEGETAL EM HAMBÚRGUER MISTO, EM  
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL À GORDURA ANIMAL**

**POLLYANA CRISTINA PEIXOTO PERON**

**CUIABÁ – MT**

**MARÇO DE 2017**

**POLLYANA CRISTINA PEIXOTO PERON**

Orientador: Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Erika Cristina Rodrigues

**ELABORAÇÃO DE PRÉ-MISTURA PARA ADIÇÃO DE ÓLEO VEGETAL EM  
HAMBÚRGUER MISTO, EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL À GORDURA ANIMAL**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e Linha de Pesquisa Desenvolvimento de Produtos e Processos, para obtenção do título de Mestre.

**CUIABÁ – MT**

**2017**

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT Campus Cuiabá Bela Vista

Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

P453e

Peron, Pollyana Cristina Peixoto.

Elaboração de pré-mistura para adição de óleo vegetal em hambúrguer misto em substituição parcial à gordura animal/ Pollyana Cristina Peixoto Peron.\_ Cuiabá, 2017.

61f.

Orientador(a): Drº. Xisto Rodrigues de Souza

Co-Orientador(a): Drª Erika Cristina Rodrigues

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos)\_ Programa de pós-Graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. Produtos cárneos – Dissertação. 2. estabilidade oxidativa – Dissertação. 3. perfil nutricional - Dissertação. I. Souza, Xisto Rodrigues de. II. Rodrigues, Erika Cristina. III. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 641.14

CDD 641

**POLLYANA CRISTINA PEIXOTO PERON**

**ELABORAÇÃO DE PRÉ-MISTURA PARA ADIÇÃO DE ÓLEO VEGETAL EM HAMBURGUER MISTO EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL À GORDURA ANIMAL**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e Linha de Pesquisa Desenvolvimento de Produtos e Processos, para obtenção do título de Mestre.

DATA DA DEFESA PÚBLICA: 15 de março de 2017.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza**  
IFMT- *Campus* Cuiabá Bela Vista

**Profª Drª Erika Cristina Rodrigues**  
IFMT- *Campus* Cuiabá Bela Vista

**Profª Drª Adriana Paiva de Oliveira**  
IFMT- *Campus* Cuiabá Bela Vista

**Prof. Dr. Edgar Nascimento**  
IFMT- *Campus* Cuiabá Bela Vista

**ATESTADO**

Atesto terem sido feitas as correções sugeridas pela Comissão Examinadora

---

Orientador: Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza

**CUIABÁ – MT**  
**2017**

*Dedico este trabalho aos meus filhos Felipe, Sophia e Valenthim.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Evaldo e Maria Helena, os maiores incentivadores do meu crescimento pessoal e profissional, sempre dando apoio, carinho, bons exemplos de honra e respeito pela vida e ao próximo.

À minha irmã, Talitha, que sempre se abdicou de seus compromissos para auxiliar nos meus, cuidando dos meus filhos, da minha casa, dando força, companhia, amor, conselhos, me ajudando nos trabalhos, me ensinando, minha parceira da vida. Obrigada por colaborar na realização dessa conquista.

À minha irmã, Isabelitha, tão atarefada e sempre interessada nos meus planos. Mesmo distante nunca mediu esforços para se fazer presente e me apoiar no desenvolvimento do projeto, até mesmo proporcionando parceria com a empresa BRF.

Ao meu esposo, Hádamo, que sempre acreditou em mim, respeitando minhas decisões, dando apoio e incentivo.

Ao meu querido e eterno mestre, Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza, meu ilustre orientador, que foi, antes de tudo pai e amigo, sempre me incentivou para que eu realizasse o mestrado, sempre torcendo por mim, carinhoso e paciente, minha gratidão por tê-lo em minha trajetória.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Erika Cristina Rodrigues por aceitar a coorientação, pegou literalmente em minhas mãos, por ser tão correta e exigente, pela nossa amizade.

Aos professores doutores João Vicente Neto, Adriana Paiva, Edgar Nascimento e José Masson, pela valiosa contribuição e incentivo na realização da minha pesquisa.

À minha amiga Patrícia Testa, verdadeiro presente em minha vida, caminhou comigo, ensinando, planejando e apoiando cada etapa.

Às minhas grandes companheiras de projeto, Lizandra Carla, Monique Rafaella e Mirelly Amorim, por terem me dado apoio, auxílio, sempre dispostas e carinhosas, tornando leve e prazeroso o ato de aprender. Aos amigos Alexandre Molina, Cláudia Amaral, Ednéia Arcanjo, Ethieny Boa Sorte Carneiro, Ilza Tomaselli, Jéssika Alessandra por tornarem a caminhada feliz, a nossa turma do “Farra, Pinga e Foguete”, obrigada a cada um de vocês por terem feito parte dessa etapa tão importante da minha vida.

À equipe do laboratório de microbiologia da empresa BRF, na unidade de Lucas do Rio Verde – MT, por realizar as análises microbiológicas do projeto.

Aos meus colegas de trabalho da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso, minha imensa gratidão pelo incentivo, confiança e carinho que sempre tiveram comigo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), pelo auxílio recebido e onde o estudo foi realizado.

## RESUMO

Peron, Pollyana Cristina Peixoto. Elaboração de pré-mistura para adição de óleo vegetal em Hambúrguer misto em substituição parcial à gordura animal. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso-Campus Cuiabá Bela Vista. 2017. 61p.

Este trabalho objetivou desenvolver uma pré-mistura de óleo de canola em hambúrguer misto e avaliar os efeitos da aplicação dela nas características físico-químicas, sensoriais e vida de prateleira. Foram elaboradas cinco pré-misturas para substituição da gordura animal por óleo de canola nos níveis de 0, 15, 30, 45 e 60%. Para a avaliação da qualidade da emulsão foram realizadas as análises de cor objetiva (CIELab), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico (TBARS). As emulsões com 30, 45 e 60% de óleo de canola mostraram-se estatisticamente diferentes para cor objetiva  $L^*$  e, a adição do óleo de canola na emulsão interferiu nos valores de pH,  $A_w$  e TBARS. Os hambúrgueres elaborados com as respectivas emulsões foram avaliados físico-quimicamente (pH, cor objetiva,  $A_w$ , TBARS, Perda de Peso por Cozimento – PPC, encolhimento e Força de Cisalhamento – FC) durante *shelf life* por 120 dias. Os resultados indicaram diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) para os valores de cor objetiva (CIELab), pH, TBARS,  $A_w$ , FC e encolhimento nos tratamentos e tempos avaliados. Os valores médios de TBARS variaram de 0,14 a 0,57 mg de malonaldeído/Kg durante os 120 dias de armazenamento. O hambúrguer com tratamento de 60% de substituição de óleo de canola demonstrou maior susceptibilidade à reação de TBARS ao longo da *shelf life*, estabilizando-se aos 90 dias. Emulsões elaboradas com substituição de gordura animal por óleo de canola em concentrações de 15 a 45% não afetam as propriedades físico-químicas das emulsões e, o uso das mesmas em hambúrgueres mistos promove a melhoria na textura e PPC.

**Palavras-chave:** produtos cárneos, estabilidade oxidativa, perfil nutricional.



## ABSTRACT

This work aimed to develop a premix of canola oil in mixed hamburger and to evaluate the effects of the application of this premix on the physicochemical, sensorial and shelf life characteristics. Five premixes were prepared to substitute animal fat for canola oil at levels of 0, 15, 30, 45 and 60%. To evaluate the quality of the emulsion, objective color (CIELab), pH, water activity ( $A_w$ ) and Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) were performed. Emulsions with 30, 45 and 60% canola oil were statistically different for  $L^*$  objective color, and the addition of canola oil in the emulsion interfered with pH,  $A_w$  and TBARS values. The burgers made with the respective emulsions were physicochemically evaluated (pH, objective color,  $A_w$ , TBARS, Weight Loss per Cooking – PPC and shrinkage, shear force - FC) during shelf life by 120 days. The results indicated significant differences ( $P < 0.05$ ) for the objective color values (CIELab), pH, TBARS,  $A_w$ , FC and shrinkage in treatments and times evaluated. Mean TBARS values ranged from 0.14 to 0.57 mg malonaldehyde / kg over the 120 days of storage. The hamburger with 60% canola oil replacement treatment showed a greater susceptibility to TBARS reaction along the shelf life, stabilizing at 90 days. Emulsions elaborated with substitution of animal fat by canola oil in concentrations of 15 to 45% do not affect the physicochemical properties of the emulsions and their use in mixed hamburgers promotes the improvement in texture and PPC.

**Keywords:** meat products, oxidative stability, nutritional profile.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1. Óleos vegetais e suas proporções de ácido linoleico e $\alpha$ -linolênico e razão $\omega_6/\omega_3$ .....	24
Tabela 2. Proporção de gorduras e ácidos graxos em óleos comestíveis.....	26

### CAPÍTULO 2

Tabela 1. Formulação para processamento da Pré-mistura .....	53
Tabela 2. Formulação Padrão do Hambúrguer Misto .....	54
Tabela 3. Médias de cor objetiva CIE (L), índice de vermelho ( $a^*$ ), índice de amarelo ( $b^*$ ), elaboradas com substituição de gordura animal por óleo vegetal de canola .....	54
Tabela 4. Médias de luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ), índice de amarelo ( $b^*$ ), saturação ( $C^*$ ) e ângulos de tonalidade ( $h^*$ ) de cor objetiva e em hambúrgueres mistos com substituição parcial de óleo de canola em diferentes tempos de armazenamento.....	55
Tabela 5. Valores médios de atividade de água ( $A_w$ ), perda de peso por cozimento (PPC), encolhimento (E), força de cisalhamento (FC) e pH das amostras de hambúrgueres em relação ao tempo de armazenamento.....	56
Tabela 6. Valores médios de TBARS expressos em mg de malonaldeído (MDA/kg) em hambúrgueres, em relação ao tempo de armazenamento .....	57
Tabela 7. Composição centesimal de hambúrgueres mistos com substituição parcial da gordura animal por óleo vegetal em diferentes concentrações, antes e após o cozimento .....	57
Tabela 8. Valores do desenvolvimento da carga microbiana em amostras de hambúrgueres mistos armazenados durante 120 dias a $-12^\circ\text{C}$ .....	58

## LISTA DE ABREVIÇÕES E SIGLAS

a*	Índice de intensidade de vermelho
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGS	Ácido Graxo Saturado
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists)</i>
Aw	Atividade de água
b*	Índice de intensidade de amarelo
BOD	Biochemicaloxygendemand
C*	Índice de Saturação
DHA	Ácido graxo docosaheptaenoico
DTAs	Doenças transmitidas por alimentos
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EPA	Ácido graxo eicosapentanoico
GLCO	Óleo de canola com $\gamma$ -linolênico
H*	Índice de tonalidade
HDL	Lipoproteína de baixa densidade
HOCAN	Óleo de canola com alto teor de ácido oleico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMSF	<i>Internacional Commission on Microbiological Specifications for Foods</i>
IFMT	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
ISSO	Organização Internacional para Padronização ( <i>International Organization for Standardization</i> )
L*	Índice de luminosidade
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
LLCAN	Óleo de canola com baixo teor de ácido linolênico
LTCAN-O	Óleo de canola com alto teor de ácido láurico.
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MS	Ministério da Saúde
NBR	Normas Brasileiras
Ph	Potencial hidrogeniônico
PIQ	Padrão de identidade e qualidade
PPC	Perda de peso por cozimento
RDC	Resolução da diretoria colegiada
SFA	Ácidos graxos saturados
TBARs	Substâncias Reativas ao ácido tiobarbitúrico
UV	Ultra violeta
$\Omega$	Ômega

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

<b>1. Introdução</b> .....	14
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1. Carnes e produtos cárneos reestruturados .....	17
2.1.1. Hambúrguer .....	18
2.2. Gordura Suína .....	20
2.2.1. Oxidação lipídica .....	20
2.2.2. Estrutura dos ácidos graxos .....	21
2.2.3. Propriedades nutricionais dos ácidos graxos.....	22
2.2.4. Relação $\omega$ 6/ $\omega$ 3 .....	24
2.3. Óleo de Canola .....	25
2.4. Emulsões alimentares .....	27
2.5. Estudo da vida de prateleira ( <i>Shelf life</i> ).....	28
2.6. Microbiologia em produtos cárneos.....	29
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32

### CAPÍTULO 2 - Artigo

#### ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE EMULSÃO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÓLEO DE CANOLA

<b>RESUMO</b> .....	39
<b>ABSTRACT</b> .....	40
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	40
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	41
2.1. Delineamento e análise estatística .....	41
2.2. Elaboração da emulsão com óleo de canola .....	42
2.3. Elaboração do hambúrguer misto com substituição parcial da gordura animal por óleo de canola.....	42
2.4. Análise físico-química .....	43
2.4.1. Parâmetro de cor objetiva (CIELab) .....	43
2.4.2. Determinação de pH .....	43
2.4.3. Atividade de água .....	43
2.4.4. Índice de oxidação lipídica TBARS.....	44
2.4.5. Perda de peso por cozimento (PPC) .....	44
2.4.6. Encolhimento .....	44
2.4.7. Determinação da Textura - Força de cisalhamento .....	44
2.4.8. Composição Centesimal.....	45
2.5. Análises Microbiológicas .....	45
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
3.1. Avaliação da Pré-Mistura .....	45
3.1.1. Avaliação dos parâmetros de Cor objetiva, pH, A e Oxidação lipídica (TBARS).....	45
3.2. Avaliação do hambúrguer misto .....	46
3.2.1. Análise de cor em hambúrguer misto .....	46
3.2.2. Avaliação da $A_w$ , perda de peso por cozimento(PPC), encolhimento(E), força de cisalhamento (FC) e pH.....	47
3.2.3. Avaliação da atividade antioxidante pelo método TBARS .....	48
3.3. Composição Centesimal .....	49

3.4. Análises Microbiológicas .....	49
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50
<b>ANEXO</b> .....	59
<b>ANEXO I: REGISTRO DE SUBMISSÃO</b> .....	60

## **CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## 1. Introdução

Tanto a carne como os produtos industrializados derivados desta, a milhares de anos tornaram-se componentes importantes e de difícil substituição para a dieta humana, devido a sua viabilidade de produção, conservação e qualidade nutricional, principalmente como fonte de vitaminas e proteína de alta qualidade. Por outro lado, com o aumento de consumo mundial de carnes, principalmente na forma de produtos industrializados, crescem as preocupações com os efeitos na saúde de alguns componentes que são naturais da carne (gordura saturada e colesterol) ou adicionados como ingredientes (cloreto de sódio e nitrito).

Considerando que estas preocupações não são alarmes falsos, as instituições de pesquisas e indústrias vêm buscando através de pesquisas o equacionamento para os efeitos negativos do consumo destes alimentos.

A ciência não pode simplesmente criar tecnologia para eliminar a gordura da carne ou dos produtos cárneos, pois a gordura, apesar de estar relacionada com problemas na saúde humana, é importante nutricionalmente e tecnologicamente nos alimentos. A gordura é uma importante fonte de energia, proteína, ferro, zinco, vitamina B12 e ácidos graxos essenciais, e ainda participam da estrutura de membranas celulares. Em termos tecnológicos a gordura na carne e derivados é responsável pela textura, suculência e sabor característico.

Com o aumento de consumo dos produtos cárneos, cresce a preocupação com os teores de gordura e /ou colesterol em carne e produtos cárneos constituindo-se a redução destes elementos no desafio da indústria de alimentos, que vêm sendo enfrentado através de pesquisas recentes para redução do colesterol e gorduras.

Existem evidências que a ingestão de monoinsaturados e poli-insaturados tem efeitos metabólicos benéficos na prevenção de doenças cardiovasculares, além de exercer ação antitrombótica e inibir a agregação plaquetária, mas a gordura saturada é mais reconhecida pelos seus efeitos negativos na saúde humana relacionados com danos cardiovasculares, elevação do colesterol sanguíneo, obesidade e alguns tipos de câncer. Por outro lado, essa porção saturada da gordura apresenta melhores características quando comparada a porção insaturada quanto aos aspectos de estabilidade física e oxidativa no produto cárneo.

De posse dessa compreensão do tema, cabe as pesquisas desenvolverem tecnologias para redução da porção de gordura que apresenta reconhecidos efeitos negativos para saúde, aplicáveis a produtos de elevado consumo pela população, e de forma a manter ou melhorar as características nutricionais, sem prejuízo para as características tecnológicas e sensoriais do produto.

Entre os produtos cárneos mais consumidos mundialmente temos o hambúrguer, que é um alimento obtido da carne moída dos animais de açougue, com ou sem tecido adiposo e ingredientes. Sendo, portanto, este produto adequado para aplicação de uma tecnologia que melhore as suas características de segurança para o consumo da população.

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de substituir a gordura animal em produtos cárneos. As alternativas mais utilizadas concentram-se em substitutos a base de emulsificantes (pectinas, gomas e amidos) e a base de proteínas lácteas. A substituição da gordura animal por óleos vegetais tem sido uma alternativa interessante, garantindo certa semelhança nas características tecnológicas dos produtos, e ainda, destacando-se por melhorar a qualidade nutricional devido à alteração do perfil lipídico de ácidos graxos desses produtos.

O uso do óleo de canola em salame tipo Italiano e mortadela linguiça tipo toscana e linguiça frescal de frango foi demonstrado, como excelente substituto da gordura em produtos cárneos, não interferindo na palatabilidade e características físico-químicas desses produtos.

O óleo de Canola foi produzido, a partir do domínio da manipulação genética sobre os genes da planta *Colza* relacionados com o perfil de ácidos graxos dos lipídios de reserva das sementes desta planta a qual originalmente apresentava em seu óleo elevado conteúdo ácido erúxico e glucosinolatos tóxicos para o consumo humano.

As características do perfil lipídico do óleo de Canola que o torna interessante para as pesquisas de substituição de gordura animal em produtos cárneos são a baixa concentração de ácidos graxos saturados, elevada concentração de monoinsaturados e a sua melhor relação ômega ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3) quando comparado com outros óleos vegetais.

A necessidade de se desenvolver e padronizar uma tecnologia para adição de óleo de canola substituindo a gordura suína em hambúrguer misto e conhecer seus efeitos nas características físico-químicas, justificam a realização desta pesquisa.



Entretanto, óleos vegetais, por natureza química, tem maior susceptibilidade a reação de oxidação, devido à grande composição em ácidos graxos polinsaturados, que de certa maneira, inviabiliza o seu uso em produtos cárneos pela redução no *shelf life*.

Considerando este aspecto, diversas pesquisas têm sido elaboradas com o propósito de compreender o processo de oxidação dos óleos vegetais adicionados em produtos cárneos, bem como indicar técnicas de uso dos mesmos que minimizem a capacidade de oxidação destes ácidos graxos. Dentre as técnicas utilizadas, o uso de emulsões mistas (gordura + óleo vegetal) tem se tornado atrativa as indústrias, haja visto as melhorias nas características físico-químicas e sensoriais no produto, proporcionadas pela adição dessa emulsão em produtos cárneos.

Diante do exposto e objetivando-se conhecer o efeito da substituição de gordura suína por óleo de canola, por meio da adição de emulsão lipídica (pele + óleo de canola), hambúrgueres mistos foram elaborados e avaliados em suas características físico-químicas e sensoriais durante 120 dias de *shelf life*.

O capítulo 2 denominado **Elaboração, caracterização e utilização de pré-mistura para adição de óleo de canola em substituição parcial à gordura animal em hambúrguer misto** que se apresenta de acordo com as normas para publicação na **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB**.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Carnes e produtos cárneos reestruturados

De acordo com a Legislação Brasileira, denominam-se carnes, as partes musculares comestíveis das diferentes espécies de animais de açougue, manipuladas em condições higiênicas e provenientes de animais que, ao abate, se apresentam em boas condições de saúde e certificados por serviço de inspeção específico (BRASIL, 2005).

Quando as características originais da carne sofrer alterações através de tratamentos físicos e/ou químicos, estas passam a se denominar produtos cárneos processados ou preparados. Estas alterações que ocorrem através do processamento visam à elaboração de novos produtos, minimizando a ação de enzimas e microrganismos que agem em caráter degradativo, atuando assim, no prolongamento da vida de prateleira; no entanto, esse processamento não modifica de forma significativa as características nutricionais desta carne, apenas atribui propriedades sensoriais como cor e sabor próprias de cada processo (ROMANELLI; CASERI; LOPES FILHO, 2002).

Quanto aos termos utilizados na indústria de carnes, produto reestruturado é indicado para os produtos que foram parcialmente ou completamente cominuídos e novamente reconstituídos, sendo os hambúrgueres, almôndegas, bifês de porção de carne moldada (*steaks*) e empanados de frango (*nuggets*) os principais produtos cárneos reestruturados fabricados mundialmente (ROCHA et al., 2012).

Neste contexto, os produtos cárneos reestruturados tem como objetivo a agregação de valor, pois se utiliza de carnes de cortes que não são nobres. Os aspectos relativos à segurança alimentar deverão sempre ser atendidos nos desafios administrados pela indústria de processamento para promover apelos de consumo saudável em seus produtos, mas a tendência tecnológica que prevalece nos novos produtos é a de propiciar praticidade para os consumidores finais, oferecendo alimentos de rápido preparo, sem qualquer perda de atributos sensoriais (VEGRO, 2007).

A carne e seus subprodutos são componentes essenciais para uma dieta saudável e equilibrada devido suas propriedades nutricionais, como fonte de proteína de alta qualidade, aminoácidos essenciais, ferro de alta disponibilidade, ácidos graxos essenciais e vitaminas do complexo B e minerais. Os produtos cárneos processados que não demandam muito tempo para seu preparo disponíveis no mercado como: hambúrgueres, linguiças, empanados, salames, mortadelas e salsichas se tornaram alternativas para o

lanche de muitas famílias do mundo inteiro (BIESALSKI, 2005, OLIVEIRA, et al., 2013).

A mudança no estilo de vida da população em virtude das facilidades encontradas para a aquisição de alimentos, levou a uma crescente e intensa venda de produtos industrializados como hambúrgueres, empanados e diversos pratos já preparados e semi-prontos para o consumo (FIORENTIN, 2014; KOMIYAMA et al., 2009). Entretanto, parte dos consumidores costumam associar o consumo da carne e produtos cárneos industrializados à uma imagem negativa, devido ao alto conteúdo de gordura e sódio. Neste sentido, inúmeras estratégias vêm sendo avaliadas por diferentes autores em relação ao desenvolvimento de produtos cárneos com apelo saudável, exatamente relacionada a fonte de elementos essenciais (HUBER, 2012).

Nos últimos anos, grandes esforços têm sido feitos a fim de melhorar a qualidade nutricional dos produtos cárneos e recuperar a confiança do consumidor, pois o aumento da demanda pelo consumidor e a preocupação em relação a nutrição e segurança por parte destes, acabou entrando em conflito com as tendências que vinham sendo delineadas ao longo dos anos para alimentos processados, forçando a indústria a se adequar às novas exigências deste consumidor (GRUNERT, 2006).

Importantes características são avaliadas na qualidade de produtos cárneos, como a aparência, a cor, a textura e sabor. Diversos são os fatores que afetam essas características, entretanto, o que afeta diretamente a aceitação do consumidor por produtos cárneos é a peroxidação lipídica, causadora das deteriorações de qualidade em produtos cárneos (MIN; AHN, 2005).

### **2.1.1 Hambúrguer**

Os produtos cárneos possuem significativa importância na alimentação diária por conter teores elevados de proteínas e por seu equilíbrio em aminoácidos (CARVALHO, 2015). O hambúrguer, é um produto cárneo que vem merecendo atenção especial, pois ao longo do tempo vem sendo altamente consumido nas refeições por apresentar nutrientes que saciam a fome momentaneamente, além de alimentar. É considerado, na atualidade um produto popular devido à praticidade e facilidade e rapidez no preparo (ARISSETO, 2003; MEIRA, 2013).

O Código de Regulamentação Federal dos Estados Unidos, define o hambúrguer como: “bife de carne moída, fresco ou congelado, com ou sem adição de gordura e/ou condimentos, que não deve apresentar mais de 30% de gordura e não deve conter adição

de água”.

Segundo GUERREIRO (2006), o hambúrguer originou-se com os guerreiros Tártaros que levavam carne embaixo da sela de seus cavalos, para amaciá-las e conservá-las; sendo consumidas cruas. No início do século XIV, os Tártaros Russos introduziram o bife tártaro na Alemanha, onde o povo passou a misturar temperos regionais e o prato tornou-se comum na cidade de Hamburgo.

No início do século XIX, imigrantes alemães levaram para os Estados Unidos a receita já adaptada aos seus costumes, e no final deste mesmo século, um restaurante em Washington teve a ideia de colocar o hambúrguer entre duas fatias de pão e transformá-lo em sanduíche. Em 1952, o americano Robert Falkenburg decidiu introduzir o hambúrguer nos costumes do brasileiro, apostou nessa ideia e abriu, no Rio de Janeiro, a primeira lanchonete que seguia os padrões americanos.

Segundo a legislação brasileira, o hambúrguer deve atender padrões físico químicos como: teor máximo de gordura de 23%, mínimo de 15% de proteína, 3% de carboidratos totais e teor de cálcio (máximo base seca) 0,1% cru ou 0,45% cozido; bem como, propriedades sensoriais de textura, cor, sabor e odor características. Podem ser produzidos vários tipos de hambúrgueres; sendo os mais comumente encontrados em relação a matéria-prima utilizada: hambúrguer de carne bovina, hambúrguer de carne de frango; hambúrguer de carne suína, hambúrguer de carne de peru e hambúrguer misto, proveniente de mistura de diferentes matérias-primas (BRASIL, 2000; EMBRAPA, 2011).

Em relação ao consumo, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009), quando realizada a pesquisa de orçamentos familiares na área rural, no período de 2008-2009, o brasileiro direcionou 0,077Kg de carnes ao consumo do hambúrguer, sendo a região que mais consumiu este produto cárneo foi a Sudeste (0,156), seguida da região Sul (0,148), Nordeste (0,042) e Centro-Oeste (0,033).

Para a Comissão do *Codex Alimentarius*, o consumo de hambúrguer até 2020, será um dos mais difundidos no mundo, superando inclusive a pizza (CAYE, 2009). Previsão essa, que vem se comprovando por meio de constantes pesquisas realizadas com produtos cárneos industrializados, nos quais tem sido avaliadas opções para redução de gordura e sódio, onde o hambúrguer tem recebido merecida atenção (OLIVEIRA, et al., 2013).

## **2.2 Gordura Suína**

A gordura suína tem um papel tecnológico importante, considerando que confere sabor, suculência, textura, porém pouco atrativa na questão nutricional.

O aumento de consumo dos produtos cárneos e a preocupação com os teores de gordura e/ou colesterol em carne e produtos cárneos, têm se tornado um desafio à indústria de alimentos, onde pesquisas recentes buscam a redução do colesterol e gorduras (MADRUGA et al., 2004). Levantamento de vários trabalhos apontados por GALVAN et al. (2011), mostra o desenvolvimento da busca por substitutos de gordura para suprir as características funcionais e sensoriais da gordura no produto final.

YUNES et al (2013) citam alguns estudos com o desenvolvimento de produtos a partir da redução das gorduras saturadas por outros ingredientes compatíveis, utilizando carragenas, gomas, água e até mesmo os óleos vegetais no desenvolvimento de embutidos cárneos.

### **2.2.1 Oxidação lipídica**

Os alimentos cárneos, devido a sua composição química, são produtos bastante susceptíveis a alterações físico-químicas e microbiológicas, dentre elas, a oxidação lipídica e a oxidação da cor, difíceis de ser controladas, principalmente devido a sua complexidade e variabilidade (OLIVO et al., 2006).

Os lipídios são importantes aos produtos cárneos, pois conferem características desejáveis, mas são facilmente oxidáveis, levando à rancificação com a produção de substâncias indesejáveis comprometendo a qualidade e a vida útil dos produtos. As substâncias tóxicas produzidas são: cetonas, aldeídos, álcoois, ácidos e hidrocarbonetos, responsáveis pelo odor e gosto característicos de ranço (OLIVO et al., 2006), além de provocarem alterações nutricionais, devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais, como a integridade e segurança dos alimentos, através da formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (CALLUCI et al., 2003).

Os maiores componentes envolvidos na oxidação lipídica são os ácidos graxos insaturados e o oxigênio (POKORNY et al., 2001). No processo de oxidação lipídica, o oxigênio presente na atmosfera é adicionado aos ácidos graxos, formando substâncias instáveis que, possivelmente, sofrem clivagem e irão formar aromas indesejáveis.

Os lipídios podem ser oxidados em função do meio e dos agentes catalisadores,

onde a oxidação enzimática, a fotoxidação e a autooxidação são os mais conhecidos.

A oxidação enzimática ocorre por catálise enzimática, pela ação da lipoxigenase, atuando nos ácidos graxos poli-insaturados (ácidos linoleico e linolênico e seus ésteres), catalisando o oxigênio à cadeia hidrocarbonada poli-insaturada, formando peróxidos e hidroxiperóxidos com duplas ligações conjugadas podendo participar de diferentes reações de degradação (SILVA et al., 1999).

A fotoxidação de gorduras insaturadas é promovida essencialmente pela radiação UV em presença de sensibilizadores (como mioglobina, clorofila e outros) que absorvem a energia luminosa de comprimento de onda na faixa do visível e a transferem para o oxigênio triplete ( $3O^2$ ), originando o estado singlete ( $O^2$ ) - excitação em consequência da absorção de energia do oxigênio no estado fundamental. O oxigênio singlete reage diretamente com as ligações duplas por adição, formando hidroxiperóxidos diferentes dos que observam na ausência de luz e se sensibilizadores, e que, por degradação posterior, originam aldeídos, álcoois e hidrocarbonetos (SILVA et al., 1999).

Já a autooxidação de lipídios e a geração de radicais livres são fenômenos naturais em sistemas biológicos e alimentos (BERSET, 1996).

### **2.2.2 Estrutura dos ácidos graxos**

As unidades fundamentais da maioria dos lipídeos são os ácidos graxos, podendo ser saturados (ligações simples) e insaturados (duplas ligações) (FRANCO,2006). Em relação aos ácidos graxos, NELSON & COX (2011) os definem como ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas, sendo raramente encontrados livres na natureza, ocorrendo de preferência na forma esterificada, como os principais componentes de vários lipídeos.

Os ácidos graxos insaturados podem ser agrupados em ácidos graxos monoinsaturados ou poli-insaturados sendo que essa divisão ocorre de acordo com o número de ligações duplas presentes na estrutura do ácido graxo. Essas duplas ligações podem apresentar-se em duas configurações possíveis *cis* ou *trans*, dependendo da posição do grupo alquila. Esse tipo de ligação permite a isomerização ou orientação diferente dos carbonos adjacentes através da ligação dupla (GIBNEY; VOORSTER; KOK, 2005).

Nos ácidos graxos poli-insaturados uma ligação dupla que esteja entre o terceiro e

o quarto carbono, a partir da extremidade da cadeia do grupo metil é de suma importância para a nutrição humana e possui uma nomenclatura alternativa, pois através da identificação dos átomos de carbono são definidos os nomes desses ácidos graxos. Podendo ser indicados por números (sistema  $\Delta$ delta) ou letras (sistema  $\omega$  ômega) (NELSON; COX, 2011).

Para o sistema  $\Delta$ delta, utiliza-se a numeração convencional dos átomos de carbono, a partir da extremidade carboxila, logo, uma dupla ligação é representada pelo símbolo  $\Delta$ , seguido pelo número de átomo de carbono mais próximo da carboxila ( $C_1$ ) que participa da dupla ligação. Iniciando a numeração pelo grupo carboxila e aumenta em direção à extremidade oposta, formada pelo grupo metila (MARZZOCO, 2011; NELSON; COX, 2011).

A contagem dos átomos de carbono no sistema  $\omega$  inicia-se no grupo  $CH_3$ , cujo carbono passa a ser o número 1, e a dupla ligação mais próxima da extremidade metila recebe um número igual ao número de carbono mais próximo do carbono  $\omega$  (ou n) que forma a dupla ligação. Logo, o carbono 2 é o carbono  $\alpha$  (alfa), o0 carbono 3 é o carbono  $\beta$  (beta) e assim por diante, onde o carbono de terminal  $CH_3$  é o carbono  $\omega$  (ômega), também denominado carbono n. Os ácidos graxos poli-insaturados com uma ligação dupla entre C-3 e C-4 são chamados de ácidos graxos ômega 3 ( $\omega_3$ ) e aqueles com a ligação dupla entre C-6 e C-7 são ácidos graxos ômeegas 6 ( $\omega_6$ ) (MARZZOCO, 2011; NELSON; COX, 2011).

### **2.2.3 Propriedades nutricionais dos ácidos graxos**

As propriedades físico-químicas e nutricionais dos lipídeos dependem basicamente da ocorrência, ou não, de insaturações na cadeia de hidrocarboneto, do número de duplas ligações, a sua posição na cadeia, sua isomeria e comprimento (YUNES, 2013; MARZZOCO, 2011). Sendo essas diferenciações que afetam o ponto de fusão, a solubilidade, seu conteúdo energético, a digestibilidade e as propriedades metabólicas dos ácidos graxos, incluindo seus efeitos sobre as lipoproteínas do sangue (BRANDÃO et al., 2005).

Os ácidos graxos de cadeia longa são os principais componentes da gordura nutricional, sendo eles chamados de ácidos graxos saturados (SFA), com destaque para o palmítico e o esteárico, importantes componentes da membrana, sendo encontrados na maioria dos fosfolipídios dos tecidos (GIBNEY; VORSTER; KOK, 2005).

Os ácidos graxos saturados aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL (Lowdensity Lipoprotein – lipoproteína de baixa densidade) e reduzirem o espaço livre LDL na corrente sanguínea. (BRAGAGNOLO, 2001; NOVELLO, 2008). O ácido graxo saturado atua na função estrutural das membranas celulares e desempenha funções essenciais como precursor da síntese de todos os outros esteroides que incluem hormônios sexuais e do córtex das glândulas suprarrenais (MARZZOCO, 2011).

A principal função do colesterol, segundo LUDKE e LÓPEZ (1999), seria de precursor da síntese de ácidos biliares que participam da emulsificação, digestão e absorção de lipídios e vitaminas lipossolúveis, no intestino delgado e na síntese da vitamina D. Porém, apesar de toda importância, muitos pesquisadores demonstram uma correlação entre os níveis elevados do colesterol e a incidência de doenças cardiovasculares, principalmente ao maior risco para desenvolvimento de aterosclerose (LUDKE; LÓPEZ, 1999; MARZZOCO, 2011).

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGM), segundo MOURA et al. (2012) atuam inversamente nas ações dos AGS em relação aos efeitos na saúde humana, onde as gorduras de cadeia saturada promovem um efeito hipercolesterolêmico, em especial da LDL, efeito contrário ocorre pelos ácidos graxos insaturados, em especial pela ação do ácido oleico – AGM.

Os ácidos graxos insaturados – monoinsaturados e polinsaturados reduzem o nível plasmático do LDL e de triacilgliceróis, portanto, os ácidos graxos polinsaturados (AGP) agem na diminuição do LDL e do HDL (High Density Lipoprotein – lipoproteína de alta densidade). Isto não ocorre quando se substitui o AGS por AGM, agindo na diminuição da fração lipídica do LDL sem alterar a fração do HDL, que é a fração protetora dos níveis plasmáticos de colesterol (MARZZOCO, 2011).

Os três ácidos graxos mais importantes do ponto de vista nutricional, segundo ARAÚJO (2012), são o ácido linolênico ( $C_{18:3n3}$ ), o ácido eicosapentanoico – EPA ( $C_{20:5n3}$ ) e ácido docosaexanóico – DHA ( $C_{22:6n3}$ ) devido aos efeitos potencialmente benéficos ao organismo. Os ácidos graxos EPA e DHA participam na prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, na redução dos efeitos anti-inflamatórios (artrite) e na redução de certos tipos de cânceres.



### 2.2.4 Relação $\omega 6/\omega 3$

Considera-se que os ácidos graxos essenciais são aqueles que o organismo não consegue sintetizar, porém são necessários à dieta, podendo sua ausência acarretar doenças (MARZZOCO, 2011). O ácido linoleico ( $C_{18:2n6}$ ) e o  $\alpha$ -linolênico ( $C_{18:3n3}$ ) são precursores indispensáveis para a síntese de compostos lipídicos reguladores de algumas respostas fisiológicas e patológicas referentes ao grupo de eicosanoides, lipídeos regulatórios de sinalização envolvidos em tais processos.

Os ácidos graxos  $\omega 6$  e  $\omega 3$  são metabolicamente diferentes e possuem funções fisiológicas opostas, sendo importantes para o equilíbrio nutricional, constituindo uma relação chamada ácido linoleico/ $\alpha$ -linolênico, que tem sido discutida, pois, segundo MARTIN et al. (2006) eles competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia, o que pode influenciar nas respostas fisiológicas e patológicas referentes ao grupo eicosanoides envolvidos. Na tabela 1 observamos a relação  $\omega 6$  e  $\omega 3$  entre os óleos vegetais.

Os eicosanoides (prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos e leucotrienos) são formados por 20 carbonos e todos são sintetizados a partir dos ácido linoleico e o  $\alpha$ -linolênico por reações de alongamento de ácidos graxos (MARZZOCO, 2011; NELSON; COX, 2011). Os eicosanoides são reguladores na contração de músculos lisos, pressão arterial, dilatação dos brônquios, resposta inflamatória das articulações, pele e olhos, bem como na indução da coagulação sanguínea, manifestação de dor e febre, controle do sono, controle de várias funções reprodutivas, como a indução ao trabalho de parto (MARZZOCO, 2011; VOET, 2006).

**Tabela 1.** Óleos vegetais e suas proporções de ácido linoleico e  $\alpha$ -linolênico e razão  $\omega 6/\omega 3$ .

ÓLEOS	Linoleico (mg/g)	$\alpha$ -linolênico (mg/g)	$\omega 6/\omega 3$
Canola	203,0	93,0	2,2
Linhaça	127,0	533,0	0,2
Milho	523,0	11,06	45,1
Oliva	97,0	7,6	12,8
Soja	510,0	68,0	7,5

Fonte: MARTIN et al. (2006)

O ácido araquidônico ( $\omega 6$ ) e o eicosapentaenoico ( $\omega 3$ ) constituintes dos fosfolípidios de membrana são os precursores mais importantes de eicosanoides. VOET (2006), afirma que o ácido araquidônico é o principal precursor das prostaglandinas em humanos e o ácido  $\alpha$ -linolênico é um precursor do ácido eicosapentaenoico (EPA) e das prostaglandinas da série  $\omega 3$ .

O elevado consumo de AGP série  $\omega 6$  ativa os metabólicos do ácido graxo araquidônico e seus eicosanoides, segundo NOVELLO et al (2008). Com a grande produção e formação desses metabólicos aumenta-se o risco de formação de trombos, podendo desenvolver processos alérgicos e inflamatórios.

### 2.3. Óleo de Canola

Internacionalmente, o termo Canola é designado ao óleo extraído da semente de colza geneticamente modificada, onde as quantidades de ácido erúico e glucosinolatos são significativamente baixas, pois em elevadas concentrações são tóxicas. A semente de colza faz parte da família das crucíferas (como repolho e couve) e ao gênero *Brassica* (BACKES, 2011; PRZYBYLSKI et al., 2005).

Os primeiros registros de seus cultivares são na Índia há quase 4000 anos, porém a primeira grande escala de plantação de colza foi na Europa no século XIII. (PRZYBYLSKI et al., 2005).

TOMM (2006) cita que a primeira variedade de Canola, desenvolvida em laboratórios canadenses foi chamada de Tower, em 1974, pela Universidade de Manitoba- Canadá.

Foi aceito oficialmente o nome Canola (*Canadian Oil Low Acid*) pela Canadian Grain Commission em 1987 (BACKES, 2011; YUNES, 2013), mundialmente, hoje, é a terceira oleaginosa mais produzida e seu consumo se intensifica nos países mais desenvolvidos (TOMM, 2006).

A única variedade de colza cultivada no Brasil é a espécie *Brassic napus L. var. oleifera* (Canola de primavera), como a maioria das sementes é importada, sua entrada no país deve atender às exigências e critérios do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA.

A produção ganhou interesse em consideração a sua excelente composição de ácidos graxos, sendo aproximadamente 7% de ácidos graxos saturados que representam

metade do percentual do azeite de oliva, óleo de soja e milho, e ainda tem uma presença de ácido oleico superior a quase todos os óleos vegetais, com exceção apenas do azeite de oliva (BACKES, 2011).

Existem atualmente no mercado, segundo PRZYBYLSKI et al. (2005), vários tipos de óleos de canola geneticamente modificados, destacando-se: LLCAN – óleo de canola com baixo teor de ácido linolênico; HOCAN – óleo de canola de alto teor de ácido oleico; GLCO – óleo de canola com  $\gamma$ -linolênico; LTCAN-O – óleo de canola com alto teor de ácido láurico. A necessidade de desenvolver esses óleos, foi para atender a indústria cada vez mais competitiva. Um bom exemplo é o óleo de canola com elevado teor de ácido láurico, cerca de 39%, que foi desenvolvido com o objetivo de ser aplicado na confeitaria para coberturas, batidas, recheios e ainda como branqueadores de café. O óleo de canola com alto teor de ácido esteárico - 40%, é utilizado como substituto das gorduras hidrogenadas no pão e produtos de panificação. No entanto, o óleo de canola com 10% de ácido palmítico apresenta melhores propriedades de cristalização (PRZYBYLSKI et al., 2005).

A tabela 2 mostra uma comparação do óleo de canola com os três principais óleos vegetais: soja, girassol e milho, segundo BACKES (2011).

**Tabela 2.** Proporção de gorduras e ácidos graxos em óleos comestíveis.

<b>Gorduras</b>	<b>Canola</b>	<b>Soja</b>	<b>Girassol</b>	<b>Milho</b>
Saturadas (%)	8,4	17,5	10,3	16,1
Monoinsaturadas	63,6	24,0	28,2	35,6
Poli-insaturadas	28,0	85,5	61,6	48,3
<b>Ácidos Graxos</b>				
Palmítico (%)	5,0	14,1	6,5	13,5
Oleico (g/100g)	62,5	23,4	28,0	35,3
Linoleico (g/100g)	21,44	53,3	61,5	47,6
Linolênico (g/100g)	6,2	4,9	-	0,7

Fonte: BACKES (2011)

Segundo BACKES (2011) o óleo de canola constitui excelente alternativa para uma dieta saudável, devido à composição dos ácidos graxos que contribui, preventivamente, na redução do risco de cardiopatias vasculares, com a diminuição do colesterol total do sangue e da lipoproteína de baixa densidade – LDL. As vantagens do óleo de canola não estão apenas relacionadas com os baixos índices de gordura

saturada, mas ao fato de conter elevados teores de gorduras insaturadas que podem reduzir os riscos de doenças cardiovasculares e circulatórias (YUNES et al.2013).

O óleo de canola contém quantidade apreciável de ácido linolênico (10%) e apresenta um equilíbrio entre o ácido graxo linolênico e o ácido linoleico, garantindo um perfil desejável de ácidos graxos.

## **2.4 Emulsões alimentares**

As emulsões alimentares são geralmente de origem “óleo em água”, onde a imiscibilidade as tornam sistemas instáveis. O sistema pode ser estabilizado através de emulsionantes, agentes de superfície ativa com substâncias hidrofílicas e outras hidrofóbicas, onde baixam a tensão interfacial entre as fases imiscíveis, formam uma membrana interfacial carregada eletricamente promovendo a homogeneidade do sistema (PHILLIP et al., 1994).

A formação da emulsão obedece às etapas fundamentais: movimentação das proteínas até a interface, através de agitação intensa; redução da energia livre no sistema através do desenrolamento das cadeias proteicas, permitindo que grupos apolares se liguem à fase de gordura e os grupos apolares à fase aquosa; formação de uma camada através da absorção das proteínas na interface; formação de um filme contínuo pelo desenrolamento e rearranjo da camada proteica na interface (PHILLIP et al., 1994).

As emulsões cárneas formam uma mistura de composição mais complexa que interfere nas propriedades físicas, químicas e sensoriais. Elas são misturas cominuídas em que a fase dispersa é a fase de gordura (mono, di e triacilgliceróis, esteróis e vitaminas lipossolúveis) e a fase contínua, composta por água e vários componentes hidrossolúveis. Os componentes sólidos e semissólidos (fibras musculares, gorduras e condimentos) de uma emulsão cárnea, fazem com que apresente as características da suspensão (GERHARDT, 1980).

Os emulsionantes naturais da carne são as proteínas: proteínas miofibrilares, (constituintes do aparelho contráctil do músculo esquelético), proteína sarcoplasmáticas (enzimas e mioglobinas) e as proteínas do tecido conjuntivo (colágeno, reticulina e a elastina). Porém, para que essas proteínas fiquem disponíveis é necessária a sua solubilização que se dá por adição de sal no caso das proteínas miofibrilares e por adição de água no caso das proteínas sarcoplasmáticas. A proteína miosina é a mais importante para a formação das emulsões cárneas (PEARSON e GILLET, 1996).

## 2.5 Estudo da vida de prateleira (*Shelf life*)

Os estudos de vida de prateleira são um meio metódico e objetivo de determinação de um período de tempo razoável, dentro do qual um alimento processado mantém, sem alterações apreciáveis, características de qualidade e segurança (NZFSA, 2005). Esta determinação de validade segura e precisa inclui a identificação de microrganismos patogênicos, eventualmente associados às matérias-primas e ao ambiente de produção. Logo, as verificações são de extrema importância na garantia da segurança microbiológica dos alimentos, particularmente em alimentos perecíveis, prontos para consumo (FSAI, 2011).

Os alimentos mantêm-se em constante atividade biológica, a qual se manifesta por meio de alterações de natureza microbiológica, química, física ou sensorial e que, como consequência, reduzem sua qualidade (MESQUITA, 2011).

Ocorre a necessidade de diversas análises para determinar a vida de prateleira de produtos cárneos, sendo executadas simultaneamente em tempos previamente fixados onde as análises microbiológicas têm como objetivo identificar a possível presença de uma flora contaminante; as análises química avaliam de que forma estão se comportando os componentes do produto, como oxidação lipídica; e as análises físicas quantificam as modificações físicas que estão ocorrendo no produto, como alterações na cor e na textura. (MESQUITA, 2011). Logo essas determinações tornam-se de extrema importância para o auxílio na orientação dietoterápica e no controle da qualidade e segurança alimentar. As análises físicas e químicas, além de determinar características relacionadas à composição centesimal, exprimem a qualidade estrutural de um alimento, podendo estar relacionadas a diversos atributos como: nutrientes, textura, cor, atividade de água, pH, oxidação lipídica, dentre outros atributos, logo, essas determinações tornam-se de extrema importância para o auxílio na orientação dietoterápica e no controle da qualidade e segurança alimentar.

Desta forma, o controle de qualidade físico-químico dos alimentos é indispensável para que se possa garantir à sociedade um alimento seguro e com características nutricionais adequadas; sendo que estas análises visam avaliar o valor alimentar, rendimento industrial e ainda detectar possíveis fraudes (DE PAULA; CARDOSO; RANGEL, 2011; OLIVEIRA et al., 2013).

## 2.6 Microbiologia em produtos cárneos

O hambúrguer devido ao seu processamento, passa por considerável manuseio, transformando-se em excelente meio de cultura para microrganismos produtores ou não de toxinas.

Dentre estes microrganismos, destacam-se as bactérias, que podem participar dos processos de deterioração, infecção e intoxicação alimentar; sendo que algumas delas são conhecidas como indicadores higiênicos-sanitários, podendo fornecer informação de extrema importância para segurança alimentar em relação à contaminação ou condições adversas durante a cadeia produtiva; desencadeando assim, graves problemas à saúde pública e conseqüentemente prejuízos econômicos ao país.

Registros em escala mundial mostram que as bactérias mais comuns envolvidas em intoxicação e infecção alimentar são: *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens*, sendo as três bactérias que devem, obrigatoriamente, ser analisadas, investigando e quantificando dentro do grupo alimentar 5 (carnes e produtos cárneos), subgrupo f (produtos cárneos crus, refrigerados ou congelados) em que se enquadra o hambúrguer em regulamentação específica (BRASIL, 2011; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

O Ministério da Saúde (MS) estabelece o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos Destinados ao Consumo Humano, através da Resolução RDC nº 12 da ANVISA, que estabelece parâmetros de limite de microrganismos considerados patogênicos em alimento; bem como recomendações de metodologias analíticas internacionalmente reconhecidas ou dispostas por órgãos como *Codex Alimentarius*, *Internacional Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF)*, *American Public Health Association (APHA)* ou *Food and Drug Administration (FDA)*. Sendo assim, a identificação e investigação de alimentos tornam-se de suma importância para o controle eficaz das DTAs (BRASIL, 2001, WELKER et al., 2010).

Os Coliformes fecais ou termotolerantes são um grupo de enterobactérias capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de 45°C no período de 24 horas, sendo a contaminação de origem entérica representada pelos coliformes termotolerantes que continuam a fermentar a lactose com temperatura superior à dos coliformes totais. Sua presença nos alimentos é de grande importância, pois indica a contaminação do produto durante ou pós-processamento e representa índice

higiênico-sanitário, corresponde principalmente à contagem de *E. coli*, onde alguns sorotipos são capazes de produzir infecção de origem alimentar no homem.

*Staphylococcus aureus* é uma bactéria esférica, classificada como coco Gram-positivo, não móvel, são anaeróbios facultativos e catalase positivos, que ocorrem aos pares, em pequenas cadeias semelhantes a cachos de uva; mesófilos, porém algumas linhagens podem crescer em temperaturas entre 6 e 7°C, no entanto, geralmente a faixa de crescimento ocorre entre 7 e 47,8°C. Caracterizam-se por produzir toxinas que são altamente resistentes ao calor, suportando a esterilização de alimentos de baixa acidez. São indicadores higiênico-sanitários, encontrados nos seres humanos (vias nasais, garganta, pele e cabelos) e animais de sangue quente e sua presença ocorre em produtos alimentícios indicando o manuseio inadequado, equipamentos mal higienizados ou contaminação do alimento após o processamento. Este patógeno é um dos mais frequentes causadores de gastroenterites de origem alimentar em todo o mundo (FORSYTHE, 2005, JAY, 2005; SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2010).

O *Clostridium perfringens* é um bacilo Gram-positivo, anaeróbio, esporulado, apresenta cápsula e é imóvel, encontrado amplamente distribuído em solo, poeira e vegetação, bem como constituem a microbiota normal do intestino do homem e de animais; onde esporulam facilmente, ao contrário do que ocorre em meios de cultura. Esta bactéria é responsável por dois tipos diferentes de toxinfecções alimentares (intoxicação clássica e enterite necrótica); sendo as mesmas, resultado da ingestão de uma grande dose do microrganismo (>10<sup>8</sup> células), presente em alimentos contaminados, principalmente os com alto teor de proteínas (carnes, aves e peixes). Provenientes do trato gastrointestinal e ambiente, é recomendável que elaboradores ou indústrias mantenham a matéria-prima e ambiente em boas condições higiênico-sanitárias e refrigerados, caso contrário as células vegetativas estarão em condições propícias para multiplicação. Como são resistentes à desinfecção são úteis em avaliações complementares, como indicadores em alimentos (DE RÉ, 2014; FRANCO; LANDGRAF, 2008; JAY, 2005; MIYAMOTO et al., 2015; SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2010; VERHERSTRAETEN et al., 2015).

Em conformidade com a Instrução Normativa – IN n° 20 (BRASIL, 2000), que regula a identidade e qualidade do hambúrguer aplica-se a legislação vigente em relação aos critérios microbiológicos. Sendo assim, os limites de tolerância máxima e padrões microbiológicos para hambúrgueres, são estabelecidos pela RDC n° 12 da ANVISA

(BRASIL, 2001).

Esta resolução também estabelece recomendações de metodologias analíticas internacionalmente reconhecidas ou dispostas por órgãos como *Codex Alimentarius*, *Internacional Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF)*, *American Public Health Association (APHA)* ou *Food and Drug Administration (FDA)*. Portanto, a identificação e investigação de alimentos torna-se de suma importância para o controle eficaz das DTAs (BRASIL, 2001)

*Salmonella* sp. é uma bactéria pertencente ao gênero da família *Enterobacteriaceae*, caracterizada como bastonetes Gram negativos não esporulados, anaeróbios facultativos e oxidase negativo. Estão distribuídas na natureza, sendo homem e animais seus principais reservatórios; portanto os alimentos de origem animal são os mais comumente envolvidos em casos ou surtos de salmonelose (carnes e ovos são os mais suscetíveis à contaminação). Para que ocorra alguma doença de origem alimentar por salmonela, deve haver ingestão de números significativos de determinadas linhagens do gênero ou sorovares não-hospedeiro-específico. A infecção por *Salmonella* sp. está entre os principais agentes envolvidos nas toxinfecções transmitidas por alimentos ao homem e tem período de incubação que varia de 12 a 24 horas, em média, e os principais sintomas são febre, diarreia mucosa, dores abdominais, vômitos com sintomas persistentes de 2 a 5 dias. Desta forma, o modo mais eficaz de prevenir a contaminação por esta bactéria é obter matéria-prima de boa procedência e qualidade (DE RÉ, 2014; FENNEMA et al 2013; JAY, 2005; SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2010).

A tolerância máxima e padrões microbiológicos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para hambúrgueres preconiza para *Stap. coagulase positiva/g*  $5,0 \times 10^3$ , *Salmonella* sp./25g AUS Coliformes a 45°C/g  $5,0 \times 10^3$ , *Clostridium* sulfito redutor/g  $3,0 \times 10^3$ .



## REFERÊNCIAS

ARAUJO, J.M.A. Química de alimentos: teoria e prática. 4 ed. Viçosa: UFV, 2012.

ARISSETO, P.A. Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito.2003.131f. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Estadual de Campinas, 2003.

BRANDÃO, P. A. et al. Ácidos Graxos e Colesterol na Alimentação Humana. **Agropecuária Técnica**. Areia-PB, v. 26, n.1, p. 5-14, 2005.

BACKES, A. M. Desenvolvimento de Produto Carne Fermentado adicionado de óleo de canola. 2011. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). – **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2011.

BERSET, C.; CUVELIER, M.E. Antioxidant Activity of phenolic compounds in 2,2'- azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH)-induced oxidation: Synergistic and antagonistic effects. **Food Chemistry**, 16, 1007 – 1012, 1996)

BIESALSKI, H.K. Meat as a component of a healthy diet—are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 509-524, 2005.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA**, 2., 2001, Concórdia. Anais... Concórdia, SC: Embrapa, 2002. P. 393 – 402. (Resumo).

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 12 de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico relativo a padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de jan. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância epidemiológica das doenças transmitidas por alimentos no Brasil 1999 – 2004. **Boletim Eletrônico Epidemiológico**, Brasília, DF, n. 6, p. 1, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 31 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer. Brasília: **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano nacional de redução de consumo de sal. Brasília, DF: **Ministério da Saúde**; 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Termo de compromisso entre o Ministério da Saúde e as Associações Brasileiras das indústrias de Alimentação, das indústrias de Massas Alimentícias, da indústria de trigo e da indústria de Panificação e Confeitaria, de 7 de abril de 2011. Brasília, DF: **Ministério da Saúde**; 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Termo de Compromisso entre o Ministério da Saúde e as Associações Brasileiras das indústrias de Alimentação, das indústrias de Massas Alimentícias, da indústria de trigo e da indústria de Panificação e Confeitaria, de 13 de dezembro de 2011. Brasília, DF: **Ministério da Saúde**; 2011.

CALLUCCI, L.; PINZINO, C.; ZANDOMENEGHI, M.; CAPOCCHI, A.; GHIRINGHELLI S.; SAVIOZZI, F.; TOZZI, S.; GALLESCHI, L. Effects of gamma-irradiation on the radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spice. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 927-934, Feb. 2003.

CARVALHO, L.T. Parâmetros tecnológicos, aceitação sensorial e sensação de saciedade após consumo de hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e teor de gordura reduzido. São Paulo, 2015. **Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Pirassununga 2015**

CAYE, L. et al. Hambúrguer de carne ovina: aceitabilidade do consumidor. III Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária – **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, UTFPR – Campus Dois Vizinhos

DE PAULA, F.; CARDOSO, C.E.; RANGEL, M.A.C. Análise Físico-química do Leite Cru Refrigerado Proveniente das Propriedades Leiteiras da Região Sul Fluminense. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 3, n. 4, p. 07-18, 2010.

DE RÉ, A. **Tradição x segurança microbiológica de salame tipo colonial do município de Bento Gonçalves/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

FENNEMA, O.R; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013

FIORENTIN, Cristiane. Adição de oatfiber em produto cárneo reestruturado empanado de frango. 2015- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos**. Londrina, 2014. Bibliografia: f. 76-84

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Segurança Alimentar, São Paulo, n.4, 2008. Disponível em <<http://www.revista-fi.com>> acesso em setembro de 2016.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996, 182p.

FSAI (2011). Guidance note nº18 – validation of product shelf-life (revision I). Ed. Food Safety Authority of Ireland, Dublin, Ireland. pp-50.

GALVAN, A. P. et al. Avaliação Sensorial de linguiça tipo Toscana com teor reduzido de gordura e adição de pectina e inulina. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v.3 n.13, p.383-398, 2011.

GERHARDT, U. (1980). Aditivos e alimentos. Zaragoza: Acribia. **Ciência e tecnologia de la carne**. Teoría y práctica 12.

GIBNEY, M. J; VORSTER, H> H; KOK, F. J. Nutrição e Metabolismo dos Lipídios. In: INTRODUÇÃO à **Nutrição Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. Revisão técnica Miguel Carlos Reilla.

GRUNERT, K G. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 149-160, 2006.

GUERREIRO, L. Dossiê técnico – produção de hambúrguer. REDETEC – **Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**, Outubro, 2006.

HUBER, E. Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura. 2012 - Florianópolis (SC) 2012 **Doutorado UFSC** – Universidade Federal de Santa Catarina

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Aquisição alimentar** domiciliar per capita anual, na área rural, por Grandes Regiões, segundo os

produtos - período 2008-2009. 2009. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em setembro de 2016

JAY, J.M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005, 712p.

KOMIYAMA, C. M., MENDES, A. A., TAKAHASHI, S. E., MOREIRA, J., BORBA, H. B. A., LEONEL, F. R., ..., BALOG NETO, A. Características qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e normal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 38-45, 2009.

LUDKE, M. C. M. M.; LÓPEZ, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. Revisão Bibliográfica **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 181-187, 1999.

MADRUGA, M.S. et al. Teores de colesterol de linguiças de frango “light” e tradicionais submetidas a diferentes condições de estocagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.4, n.24, 527-531, out-dez, 2004.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19 n. 6, p. 761-770, nov./dez., 2006.

MARZZOCO, A. **Bioquímica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2011.

MEIRA, D. P. **Produto tipo hambúrguer formulado com carne bovina e mandioca**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013. 42p.

MESQUITA, K. S. Vida-de-prateleira de goiabada cascão diet adicionada de prebiótico: alterações físicas, químicas, físico-químicas, sensoriais e microbiológicas. 2014 – Lavras: UFLA, 2011. 117 p. : il. - **Dissertação (mestrado)** – Universidade Federal de Lavras, 2011.

MIYAMOTO, K., SEIKE, S. TAKAGISHI, T., OKUI, K., ODA, M., TAKEHARA, M., NAGAHAMA, M. Identification of the replication region in pBCNF5603, a bacteriocin-encoding plasmid, in the enterotoxigenic *Clostridium perfringens* strain F5603. **BMC Microbiology**. v. 15, pag. 118. 2015

MIN, B.; AHN, D. U. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products – a review. **Food Science Biotechnol.** Vol. 14, No. 1, pp.152 – 163, 2005.

MOURA, F. A. et al. Consumo de ácidos graxos mono e poli-insaturados e suplementação com niacina, piridoxina sobre o perfil lipídico de ratos wistar adultos. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 1, n. 23, p. 65-72, jan-mar, 2012.

NELSON, D. L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. Tradução: Fabiana Horn.

NOVELLO, D.; FRANCESCHINI, P.; QUINTILIANO, D.A. A importância dos ácidos graxos  $\omega$ 3 e  $\omega$ 6 para prevenção de doenças e na saúde humana. **Salus**, v.80, n.2. 2008.

NZFSA, A Guide to Calculating the Shelf Life of Foods: Information Booklet for the Food Industry. New Zealand **Food Safety Authority**, P.O. Box 2835, Wellington, New Zealand ISBN 0-478-07865-X. (2005)

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

OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC, Ed. Do Autor, p. 678, 2006.

PEARSON, A.M., GILLET, T.A. (1996). Processed meats (3 rded.). New York: Aspen Publishers.

PHILLIP, L., WHITEHEAD, D., KINSELLA, J. (1994). Protein films. In Phillip, L., Whitehead, D., Kinsella, J. (Eds.). Structure-function properties of food proteins (pp.111-130).Academic Press.

POKORNY, J; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. Antioxidants in food: practical applications. Cambridge: CRC Press LLC and Woodhead Publishing, p. 1-373. 2001.

PRZYBYLSKI, P. et al. Canola oil. In: SHAHIDI, F. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. 6th ed. Manitoba-Canada: John Wiley& Sons, 2005. Capítulo 2. v. 2, p. 61-121, 2005.

ROCHA, A., 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, n. 1, p. 106-115, 2012.

ROMANELLI, P.F.; CASERI, R.; LOPES FILHO, J.F. Meat processing of pantanal alligator (Caiman crocodilusyacare).**Food Science and Technology (Campinas)**, v. 22, n. 1, p. 70-75, 2002.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v.22, p. 94 – 103, 1999.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo-SP: 4. ed. Varela, 229 p.2010.

TOMM, G. O. Canola: planta que traz muitos benefícios à saúde humana e cresce em importância no Brasil e no mundo. **Boletim Eletrônico**. Passo Fundo. RS, 2006. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/aspectos\\_nutricionais.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/aspectos_nutricionais.htm)> Acesso em agosto de 2016.

VEGRO, C. L. R.; ROCHA, M. B. Expectativas tecnológicas para o segmento de carnes de aves e suínos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 5, p. 15- 28, 2007

VERHERSTRAETEN, S., GOOSSENS, E., VALGAEREN, B., PARDON, B., TIMBERMONT, L., HAESBROUCK, F., VAN IMMERSEEL, F. The Underrated Clostridium perfringens Toxin? **Toxins**. v. 7, n. 5, p. 1702- 1721, 2015

VOET, D. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. Tradução Ana Beatriz Gorini da Veiga.

WELKER, C.A.D., BOTH, J. M. C., LONGARAY, S. M., HAAS, S., SOEIRO, M. L. T., RAMOS, R. C. Análise microbiológica dos alimentos envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 1, p. 44-48. 2010

YUNES, J. F. F. et al. Perfil de ácidos graxos e teor de colesterol de mortadella elaborada com óleos vegetais. **Ciência Rural**, [S.l.], n.43, p.924-929, 2013.

**CAPÍTULO 2: ARTIGO**

## Elaboração, caracterização e utilização de pré-mistura para adição de óleo de canola em substituição parcial à gordura animal em hambúrguer misto

POLLYANA CRISTINA PEIXOTO PERON<sup>1</sup>, PATRÍCIA APARECIDA TESTA<sup>1</sup>, LIZANDRA CARLA PEREIRA DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, XISTO RODRIGUES DE SOUZA<sup>1</sup> ERIKA CRISTINA RODRIGUES<sup>1</sup>,

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá Bela Vista. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. CEP 78050-560, Cuiabá-MT. Email: peronpollyana@gmail.com, patricia.ap.testa@gmail.com, carlalcpo@gmail.com, xisto.souza@ifmt.edu.br, erika.rodrigues@blv.ifmt.edu.br.

**Resumo** - Este trabalho objetivou desenvolver uma pré-mistura cárnea para reduzir os componentes lipídicos relacionados com danos à saúde através da substituição parcial da gordura animal por óleo de canola, não negligenciando a preservação das características físico-químicas, nutricionais, de segurança e sensoriais do produto. Para tanto, foi desenvolvida e caracterizada uma pré-mistura para substituição da gordura animal por óleo de canola em hambúrguer nos níveis de 0, 15, 30, 45 e 60%. As caracterizações das pré-misturas foram feitas através das análises de cor, pH, atividade de água e TBARS. Para avaliar a aplicação da pré-mistura no hambúrguer misto e a vida de prateleira foram feitas determinações de pH, Cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ),  $A_w$ , TBARS, perda de peso por cozimento (PPC), encolhimento e força de cisalhamento (FC) nos tempos: 0, 30, 60, 90 e 120 dias; análise microbiológica nos tempos 0, 60 e 120 dias. Para a pré-mistura houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ), nos valores de cor objetiva,  $A_w$ , pH e TBARS. Os valores de TBARS variaram de 0,86 a 0,96 mg de (MDA) /kg. Os hambúrgueres com tratamentos 45 e 60% de óleo de canola apresentaram valores superiores de índice de cor objetiva  $L^*$ , diminuindo a luminosidade com o decorrer dos dias. O tempo de armazenamento influenciou os valores de  $A_w$  nos tratamentos estudados. A PPC dos hambúrgueres mistos variou de 21 a 32 %, apontando diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os períodos de armazenamento. A FC foi diferente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, com valores variando de 0,982 a 1,819 Kgf. Os valores médios de TBARS variaram de 0,14 a 0,57 mg de malonaldeído/Kg de amostra durante os 120 dias de armazenamento, demonstrando diferença ( $P < 0,05$ ) nos tratamentos e nos tempos de armazenamento. Pré-misturas elaboradas com substituição de gordura animal por óleo de canola em concentrações de 15 a 45% não afetam as propriedades físico-químicas das emulsões e, o uso das mesmas em hambúrgueres mistos promove a melhoria na textura e PPC. A aplicação destas pré-misturas no hambúrguer misto resultou em produtos com estabilidade físico-química até os 90 dias e microbiológica até os 120 dias de armazenamento. O hambúrguer com tratamento de 60% de substituição de óleo de canola demonstrou maior susceptibilidade à reação de TBARS ao longo da *shelf life*, estabilizando-se aos 90 dias.

**Palavras-chave:** óleo vegetal, produtos cárneos, estabilidade da emulsão.



## **Elaboration, characterization and use of premix for the addition of canola oil in partial replacement to animal fat in mixed hamburger**

**Abstract** - This work aimed to develop a meat premix for reduction in mixed hamburger of the lipid components related to health damage through its substitution by canola oil, not neglecting the preservation of the characteristics, physical-chemical, nutritional, safety and sensorial of the product. Thus, the objective of this study was to develop technology to reduce health-damaging lipids in hamburgers by replacing animal fat with canola oil. For that, five premixes with 0, 15, 30, 45 and 60% animal fat replacing levels were developed. The premixes were characterized through pH, color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), water activity ( $a_w$ ) and TBARS. In order to evaluate the potential of use of the premixes on hamburger production and shelf life, pH, color,  $a_w$ , TBARS, weight loss by cooking (WLC), shrinkage and shear force (SF) analysis were performed at 0, 30, 60, 90 and 120 days after freezing. Additionally, hamburgers' microbiological composition was determined at day 0, 60 and 120 and a sensorial test was conducted at day 0. In the premixes, treatments influenced ( $P < 0.05$ ) objective color,  $a_w$ , pH and TBARS. The TBARS values ranged from 0.86 to 0.96 mg of (MDA)/kg. In the hamburgers, treatments with 45 and 60% animal fat replacement showed higher values of objective color index  $L^*$ . However, luminosity decreased according to the period of storage. Storage time also influenced  $a_w$  values in the studied treatments. The WLC ranged from 21 to 32%, with significant differences ( $P < 0.05$ ) between storage periods. The SF differed ( $P < 0.05$ ) between treatments, with values varying from 0.982 to 1.819 Kgf. Mean TBARS values ranged from 0.14 to 0.57 mg malonaldehyde/kg of sample during the 120 days of storage, with significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatments and storage time. Pre-mixes elaborated with substitution of animal fat by canola oil in concentrations of 15 to 45% do not affect the physicochemical properties of the emulsions and their use in mixed hamburgers promotes the improvement in texture and PPC. The application of these premixes in the mixed hamburger resulted in products with physical-chemical stability up to 90 days and microbiological up to 120 days of storage. The hamburger with 60% canola oil replacement treatment showed a greater susceptibility to the TBARS reaction along the shelf life, stabilizing at 90 days.

**Keywords:** vegetable oil, meat products, emulsion stability.

### **1. INTRODUÇÃO**

A quantidade de gordura animal exerce importância nos produtos cárneos por estar relacionada com a suculência, textura, sabor e outras propriedades físico-químicas desses produtos e o perfil lipídico dessa gordura animal vem chamando atenção dos consumidores devido aos indícios existentes que relacionam a qualidade destes lipídios com doenças vasculares, obesidade e alguns tipos de câncer.

A substituição da gordura animal por óleo vegetal pode resolver o problema do quantitativo de ácidos graxos saturados presentes nos produtos cárneos. Porém, a adição do óleo vegetal ainda representa um desafio, pois para estabilizá-lo no produto é

necessária uma tecnologia que considere que a intervenção no produto deve não só responder aos questionamentos inerentes ao produto original, mas também preservar a suas características físico-químicas, sensoriais e de segurança.

O óleo, por ser líquido, dificilmente poderia se estabilizar no produto, se adicionado diretamente, devendo, portanto, ser colocado em uma condição mais densa, para possibilitar a sua agregação na massa. A solução para este dilema vem sendo enfrentado pelos pesquisadores através da formação de emulsões.

O fator principal de uma emulsão cárnea é a estabilidade final da massa. A proteína animal tem habilidade para ligar-se a vários componentes proporcionando coesão e textura firmes ao produto, permitindo a retenção de água e gordura durante as etapas da elaboração e cozimento para o consumo.

O trabalho propõe o estudo de uma alternativa para a produção de hambúrguer misto, com a substituição parcial da gordura animal saturada por óleo vegetal de canola através de uma pré-mistura elaborada com óleo de canola, colágeno de pele suína e porções dos componentes da formulação do hambúrguer misto.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi conduzido com a elaboração da pré-mistura em 5 (cinco) níveis de substituição de gordura animal (suína) por óleo vegetal de canola (0, 15, 30, 45 e 60%) e utilização desta pré-mistura na preparação de hambúrguer misto.

A organização do experimento na etapa da elaboração da pré-mistura foi sistematizada em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sendo que cada um dos 5 (cinco) tratamentos foi executado em três repetições com 3 kg cada, totalizando 15 unidades experimentais. A avaliação da pré-mistura foi realizada pelas análises físico-químicas: cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), potencial hidrogeniônico (pH), atividade de água ( $A_w$ ), e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

A utilização das pré-misturas no hambúrguer foi organizada em uma estrutura experimental, com Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 5, sendo os cinco níveis de substituição de gordura suína por óleo de canola (0, 15, 30, 45 e 60%) e cinco avaliações nos tempos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias, formando 25 tratamentos e cada um deles foi elaborado com três repetições, totalizando 75 unidades

experimentais. As amostras de cada tratamento foram submetidas às seguintes análises: pH, Cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ),  $A_w$ , TBARS, Perda de peso por cozimento (PPC), encolhimento, Força de cisalhamento (FC) nos tempos: 0, 30, 60, 90 e 120 dias.

A análise microbiológica foi estruturada em DIC e esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco os níveis de substituições gordura animal por óleo de canola e três tempos de armazenamento 0, 60 e 120 dias. A análise sensorial foi feita no tempo 0 (zero) com 100 provadores não treinados. Todas as análises laboratoriais foram feitas em duplicatas.

Os dados de todas as unidades experimentais foram submetidos à avaliação estatística através de análise de variância (ANOVA), e para as variáveis em que foram verificadas diferenças, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do programa Assistat 7.7.

## **2.2 Elaboração da pré-mistura com óleo de canola**

Para o preparo da emulsão, foi utilizada pele suína obtida em abatedouro comercial, da qual, retirou-se toda gordura visível. As peles suínas foram mantidas sob congelamento ( $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ) até o momento da preparação dos tratamentos. Com a pele preparada, procedeu-se ao cozimento em água potável à temperatura de  $95\text{ °C}$  por 15 minutos para a obtenção do colágeno, após o cozimento, a pele foi transferida ainda aquecida para um liquidificador industrial (Vitalex – LQI 3500 rpm) juntamente com o óleo de canola e água gelada. O óleo de canola utilizado é da marca Liza lote 090626 2016, envasado em embalagens plásticas de polietileno de media densidade com 900 mL. As embalagens de óleo de canola foram mantidas sob temperatura ambiente ( $37\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ) em ambiente arejado, protegido da luz e ventilado até o momento de sua utilização para preparação das pré-misturas.

Os demais ingredientes adicionados foram previamente pesados em balança analítica o equivalente para cada formulação (Tabela 1): os ingredientes secos, exceto cloreto de sódio, fosfato e eritorbato de sódio foram adicionados ao corante diluído em água gelada ( $3\text{ °C}$ ) utilizada para hidratação da proteína isolada de soja (mínimo 45 min.). Todos os insumos foram homogeneizados até a obtenção de uma mistura uniforme.

## **2.3 Elaboração do hambúrguer misto com substituição parcial da gordura animal por óleo de canola**

A formulação base do hambúrguer misto foi elaborada de acordo com legislação e respectivo padrão de identidade e qualidade - PIQ (BRASIL, 2000), conforme exposto na Tabela 2 (BRASIL, 2000, MATULIS et al. 1995).

Para a elaboração do hambúrguer foram misturados os ingredientes: carne e gordura bovina, a proteína texturizada de soja hidratada com corante diluído em água gelada a 3°C, por no mínimo, 45 min, cloreto de sódio, fosfato e eritorbato de sódio, cebola, pimenta preta, alho em pó, foram adicionados às pré-misturas correspondentes a cada formulação. Após etapa de congelamento, as peças foram separadas em embalagens foscas de polietileno de alta densidade e identificadas de acordo com cada tratamento, lacradas e armazenadas a -12° C em estufa incubadora tipo Demanda Bioquímica Oxigênio - BOD (Tecnal-SP - modelo TE-371) até o momento das análises.

## **2.4 Análises Laboratoriais**

### **2.4.1 Parâmetros de Cor Objetiva (CIELab)**

A determinação de cor objetiva foi realizada pelo sistema CIEL\*a\*b\*, utilizando o iluminante D65, o ângulo de 10° para o observador padrão e componente especular excluído (SCE), usando o equipamento Minolta CM-700D (Minolta – Japão), calibrado em um padrão branco. As amostras foram expostas por 30 minutos até atingir o bloom necessário para a oxigenação das mesmas, a determinação ocorreu em três pontos diferentes, com três medições em cada amostra.

### **2.4.2 Determinação de pH**

As leituras de pH foram realizadas por potenciometria direta utilizando um pHmetro digital de bancada, (Hanna Instruments, modelo HI 2221), previamente calibrado com soluções tampão 4 e 7. Foram pesados 10 g de amostra homogeneizada em triturador (Turrtec TE-102, Tecnal, Piracicaba-SP), adicionado 50 mL de água destilada, e posteriormente realizadas três leituras conforme método 981.12 da A.O.A.C (2012).

### **2.4.3 Atividade de água (Aw)**

A determinação da atividade de água foi realizada por ponto de orvalho em um analisador de atividade de água (AQUALAB 4TE Water Activity Meter), conforme método oficial 978.18 da A.O.A.C (2012). As amostras foram previamente trituradas e as análises foram realizadas em triplicata.

#### **2.4.4 Índice de oxidação lipídica de substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico (TBARS)**

A oxidação lipídica foi avaliada utilizando o método de substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico (TBARS) conforme descritas por Raharjo et al. (1992). Cerca de 10g de amostra foram homogenizadas em 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1mL de butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%, centrifugada por 2 minutos e o sobrenadante filtrado para balão volumétrico de 50 mL, sendo o volume completado com TCA 5%. A uma alíquota de 2 mL foi, então, adicionado 2 mL de ácido 2-tiobarbitúrico 0,08M em ácido acético 50%, levando a banho-maria fervente por 10 minutos, sendo realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 532nm (modelo Nova 2000).

Os valores de TBARS foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostras (mg de malonaldeído/kg amostra)

#### **2.4.5 Perda de peso por cozimento (PPC)**

A perda de peso por cozimento (PPC) foi determinada utilizando o método de AMSA (1978) com adaptações. A amostra de hambúrguer pesando em média 80g foi cozida em chapa aquecedora elétrica a 150°C, até atingir a temperatura interna de 72°C. A diferença entre o peso inicial e o peso final das amostras corresponde ao valor da perda de peso por cozimento.

#### **2.4.6 Encolhimento**

O encolhimento foi medido com um paquímetro por meio da diferença entre as medidas de diâmetro do hambúrguer antes e depois do cozimento. O cozimento foi feito utilizando chapa de aço laminado marca Edanca CE-90, ao atingir a temperatura de 72°C internamente deixar por 5 minutos cada lado da amostra na chapa.

#### **2.4.7 Determinação da força de cisalhamento**

Seguindo a metodologia AMSA (2012), realizada em um texturômetro TA.XT.PLUS (Texture Analyser Stable Micro System Inc., Surrey, Inglaterra) conforme descrito por Morais et al.,2013. Das amostras que foram cozidas e utilizadas na análise de Perda de Peso por Cozimento foram retiradas sub-amostras para determinação da força de cisalhamento. Cada amostra após cozida foi cortada em quatro paralelepípedos de 1 cm<sup>3</sup> e posicionadas no equipamento a partir de uma superfície transversal interna, e um ensaio de compressão foi executado utilizando uma placa de compressão plana.

### **2.4.8 Composição centesimal**

Para a determinação da composição centesimal, as amostras foram homogeneizadas em multiprocessador para obtenção da massa homogênea. As análises de umidade, cinzas, proteína e lipídios foram realizadas em triplicata, antes e após o cozimento, utilizando a metodologia da AOAC (2012).

### **2.5 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas em parceria com o laboratório de microbiologia da empresa BRF na unidade de Lucas do Rio Verde - MT. As amostras foram armazenadas em estufa incubadora tipo BOD (Biochemical oxygen demand) (modelo TE-371 - Tecnal), à temperatura de  $-12^{\circ}\text{C}$ , durante 120 dias, e encaminhadas ao Laboratório da BRF durante os tempos 0, 60 e 120 dias. Todas as análises atenderam aos padrões da RDC N° 12 e foram realizadas seguindo a Instrução Normativa N° 62 para amostras cruas, sendo analisados os microrganismos: Coliformes à  $45^{\circ}\text{g}$ , Estaf.coag.positiva/g, Clostridium sulfito- redutor a 460 C/g, Salmonella sp/25g.

## **3.RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Avaliação da Pré-mistura**

#### **3.1.1 Avaliação dos parâmetros de Cor objetiva, pH, Aw e Oxidação lipídica - (TBARS)**

Os valores de luminosidade ( $L^*$ ) nos tratamentos 0% e 15% (Tabela 3) apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) e os tratamentos com 30, 45 e 60% de óleo de canola apresentaram maiores índices de  $L^*$ . Estes resultados podem ser atribuídos ao aumento da substituição de óleo de canola nas formulações de hambúrguer misto Murguerza et al. (2003) relataram que a cor amarela não foi afetada significativamente pela adição de óleo de soja substituindo toucinho em embutidos cárneos, que pode ser explicado pelo efeito antioxidante da vitamina E presente no óleo utilizado. Foi observado elevação nos valores de pH com o aumento do nível de substituição da gordura animal por óleo de canola (Tabela 3), entre 6,3 a 6,4. De acordo com BRASIL, (1989) a carne própria para consumo deve ter pH entre 5,8 e 6,2, e para consumo rápido pH de 6,4. O aumento de pH pode estar associado com degradação de proteínas e de aminoácidos por bactérias gram-negativas (Verma & Sahoo, 2000).

Na determinação da atividade de água ( $A_w$ ) houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ), variando de 0,97 a 0,99. A amostra com 0% de substituição de óleo de canola apresentou

média superior aos demais tratamentos (0,99). A adição do óleo de canola evidencia uma diminuição da atividade de água no produto, o que pode contribuir para a diminuição da carga microbiana. No trabalho de Marques, 2007, na elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia, o autor obteve valores semelhantes (0,97-0,98).

Os valores de TBARS apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para os tratamentos realizados de pré-misturas nos hambúrgueres mistos. As médias observadas variaram de 0,86 a 0,96 mg de (MDA) /kg e o tratamento com 60% de óleo de canola apresentou valor superior para TBARS em relação aos demais. Trindade et al., 2008, relatam que é possível detectar odores de ranço com valores de TBARS na faixa de 0,6 – 2,0 mg de malonaldeído/kg de amostra. Para outros autores amostras que apresentaram valores de TBARS abaixo de 1,0 mg de malonaldeído / kg produto estão dentro de limites aceitáveis para detecção de ranço segundo Yildiz et al, 2008. Valores maiores que 2 mg são considerados acima do limiar de aceitabilidade de carnes, devido a alterações na oxidação (Campo et al., 2006).

## **3.2 Avaliação do hambúrguer misto**

### **3.2.1 Análise de cor em hambúrguer misto**

Para parâmetros de luminosidade ( $L^*$ ) foi observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) na comparação entre os tratamentos (Tabela 4). Os tratamentos com 45 e 60% apresentaram valores superiores do atributo  $L^*$  na avaliação da cor. Mora-Gallego et al., (2014), avaliando o efeito da redução de gordura suína em embutidos cárneos com redução de sódio, afirmaram que tanto o nível de gordura, quanto o tempo de armazenamento aumentaram os valores de  $L^*$ .

Para o índice de cor vermelha ( $a^*$ ) foram verificadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e durante o armazenamento, e, foi identificada redução no teor de vermelho com o tempo de armazenamento. Neste trabalho, a redução do teor de vermelho com o tempo de armazenamento pode estar relacionada com aumento na oxidação lipídica. Valores superiores de  $L^*$  e inferiores de  $a^*$  foram observados no estudo de Nascimento et al., 2007 avaliando a influência da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em salsicha, onde os autores relacionaram a atividade de água com a influência da cor. No presente estudo as alterações nos parâmetros de cor podem não

estar relacionadas com mudanças na atividade de água que foi mínima, apesar de estatisticamente significativa, mas com as alterações nos valores de pH.

### **3.2.2 Avaliação da $A_w$ , perda de peso por cozimento (PPC), encolhimento (E), força de cisalhamento (FC) e pH.**

A atividade de água ( $A_w$ ) foi influenciada pelos tratamentos e pelo tempo de armazenamento (Tabela 5). Lima (2008), realizando estudo em hambúrguer bovino e hambúrguer com proteína vegetal encontrou  $A_w$  acima de 0,958. Os valores encontrados neste trabalho se assemelham aos resultados encontrados por Marques 2007, entre 0,97 e 0,98. As alterações observadas na atividade de água nesta pesquisa, podem estar relacionadas com as alterações nos valores de pH.

Não foi verificada nesta pesquisa diferenças na perda de peso no cozimento (PPC) entre os tratamentos,(Tabela 5) porém a PPC dos hambúrgueres mistos aumentou com o tempo de armazenamento. Valores semelhantes de PPC de 23,04 a 29,40% foram encontrados no trabalho de Silva et al., 2015. Os aumentos nos valores de PPC nesta pesquisa, podem estar relacionados com os aumentos nos valores de pH, o qual distanciou-se do ponto isoelétrico das proteínas da carne com o aumento do tempo de armazenamento. Hong et al., (2004) e Park et al., (2005), relataram que a redução do teor de gordura animal em linguiças reduzia a perda por cozimento, e isto era dependente do tipo de gordura. Choi et al., (2009), relatou que a PPC para sistemas de emulsão cárnea com redução de gordura, são afetadas pelo tipo de óleo vegetal usado

Os valores de encolhimento (E) variaram de 16 a 24%. Houve diferença ao nível de 5% entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. O 'E' foi maior na amostra com 0% de óleo de canola, diminuindo conforme aumentavam as concentrações de óleo. O encolhimento também apresentou aumento com o tempo de prateleira. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al (2015), com médias entre 16,40 a 20,29%. Segundo Seabra et al., (2002), em estudos com hambúrgueres, quanto menor o teor de gordura maior é o encolhimento. O encolhimento observado nesta pesquisa, está coerente com as alterações nos valores de pH e PPC encontrados.

Os valores de força de cisalhamento (Tabela 5) foram influenciados pelos tratamentos e pelo tempo de prateleira, variando de 0,982 a 1,819 Kgf. Todos os tratamentos com substituição da gordura animal por óleo de canola apresentaram menores forças de cisalhamento, conferindo maior maciez ao hambúrguer. No entanto



com o decorrer do tempo de armazenamento, a força de cisalhamento foi aumentando em todos os tratamentos, o que pode ser justificado pelo aumento nos valores de pH e aumento também na PPC.

Para os valores de pH foi verificada diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e no armazenamento (Tabela 5). O hambúrguer misto com 0% de óleo de canola apresentou valores inferiores de pH. Com aumento do tempo de armazenamento foi observada elevação nos valores de pH. O aumento do pH está associado à degradação de proteínas e de aminoácidos por bactérias gram-negativas (Verma; Sahoo, 2000).

### **3.2.3 Avaliação da atividade antioxidante pelo método TBARS**

Os valores médios de TBARS (Tabela 6) apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e tempo de armazenamento, onde os resultados variaram de 0,14 a 1,01 mg de malonaldeído/kg por amostra. (Tabela 8). Foi observado que os valores de TBARS aumentaram nos tratamentos com o aumento no nível de substituição da gordura animal por óleo de canola e, possivelmente, estas alterações tenham ocorrido devido ao aumento de ácidos graxos polinsaturados decorrentes do óleo de canola, pois o aumento do TBARS foi verificado acompanhando o aumento no nível de substituição. Apesar de ter sido observada diferença entre os tempos de armazenamento nos níveis de TBARS, não foi percebida tendência de aumento com o tempo de prateleira. Este fato pode ser atribuído possivelmente a temperatura de armazenamento à  $-12^{\circ}\text{C}$  que foi suficiente para amenizar a evolução da oxidação lipídica.

Trindade et al., (2008) relataram que provadores treinados e não treinados conseguem detectar odores de ranço com TBARS na faixa de 0,5 a 1,0 e de 0,6 a 2,0 mg MAD/kg amostra, respectivamente. Terra et al., (2006) comentam que valores de até 1,59 mg de malonaldeído/kg de amostra são considerados baixos e imperceptíveis na análise sensorial. Considerando esses valores, apenas na amostra com 60%, de óleo de canola, e aos 120 dias de armazenamento seria detectável o odor de rancidez.

O óleo de canola, devido à presença do tocoferol pode apresentar função antioxidante segundo O' Brien, (1998). Especialmente os ácidos graxos insaturados, especialmente os poli-insaturados, pode facilitar a oxidação lipídica (Valencia et al, 2008). Na legislação brasileira não há especificação dos limites máximos de malonaldeído/kg em amostras de produtos cárneos, associa-se o aparecimento de odor desagradável (ranço)

e limosidade característicos de deterioração, a valores entre 0,5 e 1,36 malonaldeído/kg. Substituindo o toucinho por óleos vegetais em formulações de linguiça, (Choi et al., 2010) encontraram valores de TBARS mais elevados em todas as amostras com óleo vegetal do que nas amostras controle que não continham óleo vegetal adicionado, atribuindo esse fato à alteração da fração lipídica com a inclusão do óleo, que apresenta em geral maiores quantidades de ácidos graxos insaturados. No presente trabalho, durante o período de armazenamento, os tratamentos não apresentaram odores de ranço intenso, com valores abaixo de 0,8 mg de malonaldeído. Com referência nesses valores, pode-se afirmar que os valores encontrados no presente trabalho não afetaram as amostras em relação à oxidação lipídica.

### **3.3 Composição Centesimal**

Não houve diferença entre os tratamentos para os teores umidade, proteína e lipídios (Tabela 7). Apenas o teor de cinzas apresentou diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos na forma crua, onde o maior teor de cinzas antes do cozimento foi identificado para o tratamento com 0% de óleo de canola (3,04%), diferenciando-se estatisticamente do tratamento com 60% de substituição da gordura animal por óleo vegetal de canola (2,10%).

Pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer (Ministério da Agricultura e do Abastecimento – Instrução Normativa N° 20, de 32 de julho de 2000) o hambúrguer deve apresentar valores máximos de 23% de gordura e, no mínimo, 15% de proteína.

Os resultados de composição centesimal em todas as variáveis analisadas estão de acordo com os limites máximos e mínimos estabelecidos pela Instrução Normativa nº4 (BRASIL, 2000) e também de acordo com os valores contidos na tabela brasileira de análise de alimentos (Taco, 2011).

### **3.4 Análises Microbiológicas**

Os resultados microbiológicos demonstraram estar dentro dos padrões aceitáveis, durante todo o período de armazenamento, atendendo a Resolução -RDC N° 12, de 02 de janeiro de 2001(Tabela 8). A adição do óleo de canola e o tempo de armazenamento estudados nesta pesquisa não afetaram, microbiologicamente, o produto.

#### 4. CONCLUSÃO

Considerando as variáveis analisadas nesta pesquisa a pré-mistura desenvolvida para adicionar o óleo de canola em substituição parcial à gordura animal em até 60%, mostrou-se viável quando adicionada ao hambúrguer misto, pois possibilitou a manutenção da estabilidade físico-química e microbiológica em até 120 dias de armazenamento.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem: ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT – *Campus* Bela Vista e à Capes/ CNPQ pelo apoio integral, principalmente, quanto aos recursos financeiros; e ao laboratório de microbiologia da Empresa Brasil Foods (BRF) unidade de Lucas do Rio Verde pelo apoio na realização das análises microbiológicas.

#### REFERÊNCIAS

AMSA. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Chicago: AMSA, 1978.

AMSA. (2012). **Meat color measurement guidelines, Champaign**, IL: American Meat Science Association.

ANZALDÚA-MORALEZ, A. **La evaluación sensorial de los alimentos em lateoría y lapráctica**. Zaragoza: Editorial Acribia S.A, 1994. 220 p.

AOAC – Association of official **Analytical Chemists**. AOAC official methods of analysis. AOAC Internacional. 19<sup>th</sup> ed. Maryland, USA, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 20 de 31 de julho de 2000. Aprova regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de almôndegas, de apresuntado,

de fiambre, de Hambúrguer, de kibe, de presunto cozido e de presunto. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 de agosto de 2000. Seção I.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n o 20, de 31 de janeiro de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Métodos Analíticos para controle de Produtos de Origem Natural e seus Ingredientes – **LANARA**. Brasília, 1989.

CHOI, Y.S.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.; KIM, H.Y.; LEE, M.A.; KIM, H.W.; JEONG, J-Y.; KIM, C-J. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, v. 82, n. 2, p. 266–271, 2009.

CHOI, Y. S.; CHOI, J-H.; HAN, D-J.; KIM, H-Y.; LEE, M-A.; KIM, H-W.; LEE, J-W.; CHUNG, H-J.; KIM, C-J. Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. **Meat Science**, v.84, p. 212-218, 2010.

HONG, G.P.; LEE, S.; MIN, S.G. Effect of substituted level of added water for fat on the quality characteristics of spreadable liver sausage. **Food Science and Biotechnology**, v. 13, n. 4, p. 397-402, 2004.

LIMA, R. J. Caracterização Físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciência Agrotecnologia**, vol.32, 2008.

MARQUES, J. M. Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia. 2007. 71 f. **Dissertação (mestrado em Tecnologia de Alimentos)** – UFPR, 2007.

MATULIS, R. J. et al. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt and pH. **Food Sci.**, v. 60, n.1, p.42-47, 1995

MORA-GALLEGU, H.; SERRA, X.; GUÀRDIA, M.D.; ARNAU, J. Effect of reducing and replacing pork fat on the physicochemical, instrumental and sensory characteristics throughout storage time of small caliber non-acid fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, v. 97, n. 62-68, 2014.

MUGUERZA, E.;ANSORENA,D.;ASTIASARÁN,I. Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. **Meat Science**, v. 65, p. 1361–1367, 2003.

NASCIMENTO, R.; CAMPAGNOL, P. C. B.; MONTEIRO, E. S.; POLLONIO, M. A. R. Sunstituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n.3, p.297-302, 2007.

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

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**, v. 37, n. 3, p. 412–417, 2005.

SILVA, F. L.; SILVA, T. S.; VARGAS, F. C.; FRANZOLIN. R. **Características físico-químicas e aceitação sensorial de hambúrguer de búfalo em comparação com hambúrguer bovino**. Campinas, v. 17, n. 4, p. 340-344, out. /dez. 2014 <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.2614>

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F; NOGUEIRA, C. M. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22. P. 244-248, 2002.

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

TERRA, N. N., CICHOSKI, A. J., & FREITAS, R. J. S. (2006). Valores de nitrito e TBARS durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência Rural**, 36, 965-970.

TRINDADE, M., PACHECO, T., CONTRERAS-CASTILLO, C, FELICIO, P. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a – 18°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, n. 1, p. 160- 168, 2008.

VALENCIA, I. et al. 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, nº 1 p. 1046-1058, 2008.

VERMA, S. P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocoferol acetate preblending. **Meat Science**, v. 56, p. 403-413, 2000.

YILDIZ-TURP, G.; SERDAROGLU, M. Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk – A Turkish fermented sausage. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 447-454, 2008.

## TABELAS

**Tabela 1.** Formulação para processamento da Pré-mistura

Ingredientes	Formulações (% em óleo de canola)				
	0%	15%	30%	45%	60%
Carne bovina (g)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Gordura suína (g)	25,50	21,68	17,85	14,03	10,20
Pele suína (g)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Óleo de canola (mL)	-	3,83	7,65	11,48	15,30
Água (mL)	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
Proteína isolada de soja (g)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Fosfato de sódio (g)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Eritorbato de sódio (g)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Corante de caramelo (g)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de sódio (g)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

<sup>1</sup>Padrão sem óleo de canola; 15% de substituição de óleo de canola; 30% de substituição de óleo de canola; 45% de substituição de óleo de canola; 60% de substituição de óleo de canola

**Tabela 2.** Formulação Padrão do Hambúrguer Misto

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulação Padrão (%)</b>
Carne Bovina	56,00
Emulsão*	17,00
Gordura Bovina	5,00
Água	14,66
Proteína texturizada de soja	3,00
Sal	1,30
Cebola em pó	2,50
Alho em pó	0,03
Pimenta Preta	0,04
Tripolifosfato	0,30
Eritorbato	0,06
Corante caramelo	0,12

\*Padrão sem óleo de canola; 15% de substituição com óleo de canola; 30% de substituição com óleo de canola; 45% de substituição com óleo de canola; 60% de substituição com óleo de canola

**Tabela 3.** Médias de índice de luminosidade (L\*), índice de vermelho (a\*), índice de amarelo (b\*), pH, atividade de água (A<sub>w</sub>) e TBARS de emulsões elaboradas com substituição de gordura animal por óleo vegetal de canola.

<b>Variáveis</b>	<b>Tratamentos<sup>1</sup> (% óleo de canola)</b>					<b>Média</b>	<b>p-valor</b>
	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>45%</b>	<b>60%</b>		
L*	52,58 <sup>a</sup>	53,92 <sup>a</sup>	62,99 <sup>b</sup>	65,72 <sup>b</sup>	66,52 <sup>b</sup>	60,34	0,07*
a*	8,57 <sup>a</sup>	9,71 <sup>a</sup>	7,49 <sup>a</sup>	8,05 <sup>a</sup>	7,93 <sup>a</sup>	8,25	0,90 <sup>ns</sup>
b*	21,73 <sup>a</sup>	21,17 <sup>a</sup>	23,25 <sup>a</sup>	24,51 <sup>a</sup>	25,13 <sup>a</sup>	23,16	0,18 <sup>ns</sup>
pH	6,34 <sup>a</sup>	6,40 <sup>a</sup>	6,45 <sup>a</sup>	6,46 <sup>a</sup>	6,42 <sup>b</sup>	6,41	0,07*
A <sub>w</sub>	0,99 <sup>b</sup>	0,98 <sup>b</sup>	0,97 <sup>a</sup>	0,98 <sup>b</sup>	0,97 <sup>a</sup>	0,98	0,07*
TBARS-mg malonaldeído/kg	0,84 <sup>a</sup>	0,86 <sup>a</sup>	0,86 <sup>a</sup>	0,87 <sup>a</sup>	0,96 <sup>b</sup>	0,88	0,30*

Médias seguidas de mesmas letras entre linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

**Tabela 4.** Médias de luminosidade (L\*), índice de vermelho (a\*), índice de amarelo (b\*), saturação (C\*) e ângulos de tonalidade (h\*) de cor objetiva e em hambúrgueres mistos com substituição parcial de óleo de canola em diferentes tempos de armazenamento.

Variáveis	Óleo de Canola (Trat.)	Armazenamento (dias)					Média Tratamento	p-valor	Trat. x Arm.	
		0	30	60	90	120				
L*	0%	46,0	47,40	46,6	47,14	45,47	46,48 <sup>b</sup>	0,0153 *	0,0015 *	0,7864 <sup>ns</sup>
	15%	49,82	50,12	46,46	47,14	45,83	47,87 <sup>b</sup>			
	30%	50,02	48,07	46,33	48,26	45,77	47,69 <sup>b</sup>			
	45%	51,17	49,53	48,52	48,65	45,50	48,67 <sup>a</sup>			
	60%	50,82	49,74	51,60	47,46	48,21	49,56 <sup>a</sup>			
	<b>Média (arm.)</b>	49,56 <sup>a</sup>	48,97 <sup>a</sup>	47,90 <sup>b</sup>	47,73 <sup>b</sup>	46,15 <sup>b</sup>				
a*	0%	11,79 <sup>aA</sup>	8,52 <sup>aB</sup>	7,92 <sup>aB</sup>	7,82 <sup>aB</sup>	6,31 <sup>aC</sup>	8,47 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,0001 *	0,0017 *
	15%	11,08 <sup>abA</sup>	8,04 <sup>aB</sup>	7,88 <sup>aB</sup>	5,90 <sup>bC</sup>	6,01 <sup>aC</sup>	7,78 <sup>b</sup>			
	30%	10,06 <sup>bA</sup>	8,08 <sup>aB</sup>	7,51 <sup>abC</sup>	6,79 <sup>abC</sup>	5,34 <sup>aD</sup>	7,55 <sup>b</sup>			
	45%	10,96 <sup>abA</sup>	8,82 <sup>aB</sup>	7,34 <sup>aC</sup>	6,25 <sup>bD</sup>	5,73 <sup>aD</sup>	7,82 <sup>b</sup>			
	60%	11,00 <sup>abA</sup>	8,98 <sup>aB</sup>	7,24 <sup>aC</sup>	6,48 <sup>bD</sup>	6,85 <sup>aD</sup>	8,11 <sup>b</sup>			
	<b>Média (arm.)</b>	10,97 <sup>a</sup>	8,48 <sup>b</sup>	7,57 <sup>c</sup>	6,64 <sup>d</sup>	6,04 <sup>e</sup>				
b*	0%	19,56 <sup>aA</sup>	16,02 <sup>aB</sup>	16,10 <sup>aB</sup>	16,41 <sup>B</sup>	15,02 <sup>aB</sup>	16,62 <sup>a</sup>	0,324 <sup>ns</sup>	0,0001 *	0,05301*
	15%	16,52 <sup>bA</sup>	17,17 <sup>aA</sup>	16,10 <sup>aA</sup>	16,41 <sup>A</sup>	14,41 <sup>aA</sup>	16,12 <sup>a</sup>			
	30%	17,20 <sup>abA</sup>	16,20 <sup>aA</sup>	15,14 <sup>aA</sup>	14,68 <sup>A</sup>	15,92 <sup>aA</sup>	15,81 <sup>a</sup>			
	45%	19,57 <sup>aA</sup>	16,48 <sup>aB</sup>	15,93 <sup>aB</sup>	15,08 <sup>B</sup>	14,42 <sup>aB</sup>	16,29 <sup>a</sup>			
	60%	19,49 <sup>aA</sup>	15,27 <sup>aB</sup>	15,73 <sup>aB</sup>	15,61 <sup>B</sup>	17,17 <sup>ab</sup>	16,61 <sup>a</sup>			
	<b>Média (arm.)</b>	18,47 <sup>a</sup>	16,23 <sup>b</sup>	15,76 <sup>b</sup>	15,64 <sup>b</sup>	15,39 <sup>b</sup>				
Croma (C)	0%	22,86 <sup>aA</sup>	18,15 <sup>aB</sup>	17,96 <sup>aB</sup>	18,23 <sup>B</sup>	16,28 <sup>bB</sup>	18,70 <sup>a</sup>	0,1115 <sup>ns</sup>	0,0001 *	0,0001 *
	15%	22,44 <sup>aA</sup>	18,96 <sup>aB</sup>	18,62 <sup>aB</sup>	16,90 <sup>aC</sup>	15,58 <sup>aC</sup>	18,50 <sup>a</sup>			
	30%	19,94 <sup>bA</sup>	18,57 <sup>aA</sup>	16,91 <sup>aB</sup>	16,26 <sup>aB</sup>	16,74 <sup>aB</sup>	17,60 <sup>a</sup>			
	45%	22,44 <sup>aA</sup>	19,85 <sup>aB</sup>	17,57 <sup>aC</sup>	16,20 <sup>aC</sup>	15,48 <sup>aC</sup>	18,31 <sup>a</sup>			
	60%	22,41 <sup>aA</sup>	17,73 <sup>aB</sup>	17,14 <sup>aB</sup>	16,92 <sup>aB</sup>	18,15 <sup>aB</sup>	18,47 <sup>a</sup>			
	<b>Média (arm.)</b>	22,02 <sup>a</sup>	18,56 <sup>b</sup>	17,64 <sup>c</sup>	16,90 <sup>d</sup>	16,45 <sup>d</sup>				
Hume (h)	0%	58,87 <sup>aD</sup>	61,95 <sup>aC</sup>	63,61 <sup>aA</sup>	64,18 <sup>bB</sup>	67,25 <sup>bA</sup>	63,17 <sup>b</sup>	0,0112 *	0,0001 *	0,0001 *
	15%	60,68 <sup>aC</sup>	64,83 <sup>aB</sup>	64,91 <sup>aB</sup>	69,42 <sup>aA</sup>	67,56 <sup>bA</sup>	65,48 <sup>a</sup>			
	30%	59,55 <sup>aC</sup>	63,25 <sup>aB</sup>	63,48 <sup>aB</sup>	64,58 <sup>bB</sup>	71,91 <sup>aA</sup>	64,55 <sup>a</sup>			
	45%	60,68 <sup>aC</sup>	62,20 <sup>aC</sup>	64,96 <sup>aB</sup>	68,60 <sup>aA</sup>	68,54 <sup>bA</sup>	65,00 <sup>a</sup>			
	60%	60,40 <sup>aC</sup>	59,41 <sup>bC</sup>	64,93 <sup>aB</sup>	67,35 <sup>aB</sup>	71,14 <sup>aA</sup>	64,64 <sup>a</sup>			
	<b>Média (arm.)</b>	60,04 <sup>e</sup>	62,33 <sup>d</sup>	64,38 <sup>c</sup>	66,82 <sup>b</sup>	69,28 <sup>a</sup>				

Os resultados estão expressos em médias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Colunas letras minúsculas e linhas letras maiúsculas. Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk (w) e o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). ns Não significativo  $p > 0,05$ .



**Tabela 5** Valores médios de atividade de água ( $A_w$ ), perda de peso por cozimento (PPC), encolhimento (E), força de cisalhamento (FC) e pH das amostras de hambúrgueres em relação ao tempo de armazenamento.

Variáveis	Óleo de Canola (Trat.)	Armazenamento (dias)					Média Tratamento	p-valor		
		0	30	60	90	120		Trat.	Arm.	Trat. Arm.
$A_w$	0%	0,977	0,980	0,975	0,974	0,971	0,975 <sup>a</sup>	0,0055 *	0,0001*	0,1483 <sup>ns</sup>
	15%	0,979	0,978	0,973	0,975	0,967	0,974 <sup>a</sup>			
	30%	0,974	0,975	0,972	0,973	0,967	0,972 <sup>b</sup>			
	45%	0,973	0,978	0,971	0,974	0,969	0,973 <sup>b</sup>			
	60%	0,973	0,982	0,972	0,975	0,971	0,974 <sup>a</sup>			
	Média (arm.)	0,975 <sup>b</sup>	0,978 <sup>a</sup>	0,972 <sup>c</sup>	0,974 <sup>b</sup>	0,969 <sup>d</sup>				
PPC (%)	0%	21,74	28,66	28,76	30,63	29,60	27,87 <sup>a</sup>	0,6769 <sup>ns</sup>	0,0001*	0,77264 <sup>ns</sup>
	15%	24,66	26,41	28,76	30,63	31,00	28,29 <sup>a</sup>			
	30%	21,70	27,17	27,49	27,57	32,55	27,29 <sup>a</sup>			
	45%	24,66	23,74	29,97	30,52	28,12	27,40 <sup>a</sup>			
	60%	23,03	26,48	26,14	32,22	28,25	27,22 <sup>a</sup>			
	Média (arm.)	23,15 <sup>d</sup>	26,49 <sup>c</sup>	28,22 <sup>b</sup>	30,31 <sup>a</sup>	29,90 <sup>a</sup>				
E (%)	0%	21,53 <sup>abB</sup>	19,74 <sup>bbB</sup>	24,34 <sup>aaA</sup>	21,42 <sup>abB</sup>	20,92 <sup>abB</sup>	21,59 <sup>a</sup>	0,0001*	0,0001*	0,21169 *
	15%	20,46 <sup>abB</sup>	15,90 <sup>ccC</sup>	24,34 <sup>aaA</sup>	21,42 <sup>abB</sup>	20,94 <sup>abB</sup>	20,61 <sup>b</sup>			
	30%	20,12 <sup>abB</sup>	22,97 <sup>aaA</sup>	24,81 <sup>aaA</sup>	22,04 <sup>aaA</sup>	22,48 <sup>aaA</sup>	22,48 <sup>a</sup>			
	45%	16,36 <sup>bbB</sup>	20,44 <sup>baA</sup>	22,60 <sup>aaA</sup>	20,86 <sup>aaA</sup>	19,60 <sup>aaA</sup>	19,97 <sup>b</sup>			
	60%	16,88 <sup>bcC</sup>	17,81 <sup>ccC</sup>	20,22 <sup>bbB</sup>	22,43 <sup>aaA</sup>	20,09 <sup>abB</sup>	19,48 <sup>b</sup>			
	Média (arm.)	19,06 <sup>d</sup>	19,37 <sup>d</sup>	23,26 <sup>a</sup>	21,63 <sup>b</sup>	20,80 <sup>c</sup>				
FC (kgf)	0%	1,089 <sup>abD</sup>	1,188 <sup>acD</sup>	1,28 <sup>abC</sup>	1,659 <sup>bbB</sup>	1,819 <sup>aaA</sup>	1,393 <sup>a</sup>	0,0196 *	0,0001*	0,00309 *
	15%	1,042 <sup>abD</sup>	1,209 <sup>acC</sup>	1,387 <sup>abbB</sup>	1,777 <sup>abA</sup>	1,670 <sup>aaA</sup>	1,417 <sup>a</sup>			
	30%	1,180 <sup>ad</sup>	1,314 <sup>acD</sup>	1,347 <sup>abC</sup>	1,507 <sup>cbB</sup>	1,805 <sup>aaA</sup>	1,430 <sup>a</sup>			
	45%	0,982 <sup>bcC</sup>	1,173 <sup>abB</sup>	1,243 <sup>bbB</sup>	1,840 <sup>aaA</sup>	1,706 <sup>aaA</sup>	1,388 <sup>b</sup>			
	60%	0,98 <sup>bdD</sup>	1,253 <sup>acC</sup>	1,397 <sup>abcC</sup>	1,682 <sup>baA</sup>	1,450 <sup>bbB</sup>	1,352 <sup>b</sup>			
	Média (arm.)	1,054 <sup>d</sup>	1,227 <sup>c</sup>	1,330 <sup>b</sup>	1,693 <sup>a</sup>	1,690 <sup>a</sup>				
pH	0%	5,82 <sup>abB</sup>	6,49 <sup>aaA</sup>	6,68 <sup>aaA</sup>	6,48 <sup>aaA</sup>	5,57 <sup>bbB</sup>	6,20 <sup>b</sup>	0,0409 *	0,0001 *	0,0001 *
	15%	5,91 <sup>abB</sup>	6,55 <sup>aaA</sup>	6,64 <sup>aaA</sup>	6,56 <sup>aaA</sup>	6,54 <sup>aaA</sup>	6,46 <sup>a</sup>			
	30%	5,81 <sup>abB</sup>	6,57 <sup>aaA</sup>	6,65 <sup>aaA</sup>	6,53 <sup>aaA</sup>	6,61 <sup>aaA</sup>	6,43 <sup>a</sup>			
	45%	5,91 <sup>abB</sup>	6,56 <sup>aaA</sup>	6,66 <sup>aaA</sup>	6,56 <sup>aaA</sup>	6,60 <sup>aaA</sup>	6,45 <sup>a</sup>			
	60%	5,72 <sup>abB</sup>	6,48 <sup>aaA</sup>	6,61 <sup>aaA</sup>	6,47 <sup>aaA</sup>	6,49 <sup>aaA</sup>	6,35 <sup>a</sup>			
	Média (arm.)	5,83 <sup>c</sup>	6,53 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>	6,52 <sup>a</sup>	6,63 <sup>aaA</sup>				

Os resultados estão expressos em médias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Colunas letras minúsculas e linhas letras maiúsculas. Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk (w) e o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).ns Não significativo p>0

**Tabela 6.** Valores médios de TBARS expressos em mg de malonaldeído (MDA/kg) em hambúrgueres em relação ao tempo de armazenamento. Cuiabá – MT, 2016.

Variável	Óleo de Canola (Trat.)	Armazenamento (dias)					Média Tratamento	p-valor		
		0	30	60	90	120		Trat.	Arm.	Trat. x Arm.
Tbars	0%	0,45 <sup>bA</sup>	0,43 <sup>aA</sup>	0,25 <sup>cB</sup>	0,25 <sup>bB</sup>	0,14 <sup>eC</sup>	0,307 <sup>e</sup>	0,0001 *	0,0001 *	0,0001 **
	15%	0,47 <sup>bA</sup>	0,42 <sup>aA</sup> <sub>B</sub>	0,39 <sup>bB</sup>	0,27 <sup>bC</sup>	0,25 <sup>dC</sup>	0,364 <sup>d</sup>			
	30%	0,48 <sup>bA</sup>	0,38 <sup>aB</sup>	0,42 <sup>bB</sup>	0,26 <sup>bC</sup>	0,44 <sup>cAB</sup>	0,400 <sup>c</sup>			
	45%	0,50 <sup>bA</sup> <sub>B</sub>	0,38 <sup>aC</sup>	0,49 <sup>aB</sup>	0,24 <sup>bD</sup>	0,55 <sup>bA</sup>	0,435 <sup>b</sup>			
	60%	0,56 <sup>aB</sup>	0,39 <sup>aD</sup>	0,48 <sup>aC</sup>	0,57 <sup>aB</sup>	1,01 <sup>aA</sup>	0,607 <sup>a</sup>			
	Média (arm.)	0,49 <sup>a</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,32 <sup>c</sup>	0,48 <sup>a</sup>				

Os resultados estão expressos em médias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Colunas letras minúsculas e linhas letras maiúsculas. Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk (w) e o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).ns Não significativo p>0,05.

**Tabela 7.** Composição centesimal de hambúrgueres mistos com substituição parcial da gordura animal por óleo vegetal em diferentes concentrações, antes e após o cozimento. Cuiabá – MT, 2016.

Variável	Forma de Apresentação	Óleo de Canola (Trat.)					Média Tratamento	p-valor
		0%	15%	30%	45%	60%		
Umidade	Crua	66,98	66,75	66,84	66,82	66,83	66,84	0,56873 <sup>ns</sup>
	Cozida	61,07	60,27	59,26	59,84	59,62	60,01	0,79092 <sup>ns</sup>
Proteína	Crua	21,11	20,47	19,81	19,61	19,04	20,01 <sup>a</sup>	0,12456 <sup>ns</sup>
	Cozida	26,65	25,57	25,85	25,59	25,43	25,82	0,74380 <sup>ns</sup>
Lipídeos	Crua	9,56	9,70	9,88	9,03	9,85	9,61	0,40848 <sup>ns</sup>
	Cozida	10,90	9,90	9,72	9,76	9,80	10,01	0,43541 <sup>ns</sup>
Cinzas	Crua	3,04 <sup>a</sup>	2,48 <sup>b</sup>	2,83 <sup>a</sup>	2,91 <sup>a</sup>	2,10 <sup>c</sup>	2,67	0,0001 *
	Cozida	3,21	3,28	3,24	3,01	3,15	3,18 <sup>a</sup>	0,26465 <sup>ns</sup>

Os resultados estão expressos em médias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).ns Não significativo p>0,05.

**Tabela 8** Valores do desenvolvimento da carga microbiana em amostras de hambúrgueres mistos armazenados durante 120 dias a -12°C

Tempo (Dias)	Microrganismo			
	<i>S.aureus</i> coag. Positiva CFU/ml	<i>Clostridium</i> Sulf.redutor CFU/g/mL	<i>Salmonella</i> spp25G/ML A/P	Coliformes tolerantes 45°C CFU/g/mL
0	< 10,00	200	Ausente	410
60	< 10,00	< 10,00	Ausente	< 10,00
120	< 10,00	< 10,00	Ausente	120

*S.aureus*coag. Positiva - método ISO 6888, *Clostridium* Sulf. redutor - método ISO 7937, *Salmonella* spp25G/ML - ISO 6579, Coliformes a 45°C – AOAC 991.14

**ANEXO**

**ANEXO I: REGISTRO DE SUBMISSÃO**

**Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB** <sct.pab@embrapa.br>

6 de março de 2017

23:25

Para: SraPollyana Cristina Peixoto Peron <peronpollyana@gmail.com>

SraPollyana Cristina Peixoto Peron,

Agradecemos a submissão e comunicamos o recebimento do trabalho "Elaboração, caracterização e utilização de pré-mistura para adição de óleo de canola em substituição parcial à gordura animal em hambúrguer misto" pela revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. Informamos que é possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, basta logar no sistema em:

URL do Manuscrito:

<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/author/submission/25485>

Login: pollyperon

Informamos que, diante do grande número de trabalhos recebidos para publicação (média de 110 por mês), os trabalhos estão sendo analisados pela Comissão Editorial da revista, antes de serem submetidos à assessoria científica.

Nessa análise consideram-se os seguintes aspectos, entre outros: escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura; resultados com contribuição significativa; qualidade das tabelas e figuras; e, finalmente, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, caso o número de trabalhos aprovados ultrapasse a capacidade de publicação mensal (20 por mês), é aplicado o critério da \*relevância relativa\*. Segundo esse critério, os trabalhos com contribuição mais significativa para o avanço do conhecimento científico são aprovados. Esse critério é aplicado apenas aos trabalhos que atendam aos requisitos de qualidade, mas que, por excederem a capacidade de publicação mensal da revista, não podem ser todos aprovados. Por esse mesmo motivo, informamos que não aceitamos pedido de reconsideração.

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este correio eletrônico. Agradecemos por escolher a revista PAB para publicar seu trabalho.

Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB  
Pesquisa Agropecuária Brasileira

---

Pesquisa Agropecuária Brasileira  
Embrapa Informação Tecnológica  
<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab>

---

#### Aviso de confidencialidade

Esta mensagem da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), empresa pública federal regida pelo disposto na Lei Federal no. 5.851, de 7 de dezembro de 1972, é enviada exclusivamente a seu destinatário e pode conter informações confidenciais, protegidas por sigilo profissional. Sua utilização desautorizada é ilegal e sujeita o infrator às penas da lei. Se você a recebeu indevidamente, queira, por gentileza, reenviá-la ao emitente, esclarecendo o equívoco.

#### Confidentiality note

This message from Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a government company established under Brazilian law (5.851/72), is directed exclusively to its addressee and may contain confidential data, protected under professional secrecy rules. Its unauthorized use is illegal and may subject the transgressor to the law's penalties. If you are not the addressee, please send it back, elucidating the failure.