

Avaliação de diferentes formulações com redução de sódio e adição de antioxidante natural em hambúrguer bovino

RESUMO

Diomar Augusto de Quadros

diomar@ufpr.br

<http://orcid.org/0000-0003-0714-4077>

Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Territorial
Sustentável, Curso de Tecnologia em
Agroecologia, Universidade Federal do
Paraná, Setor Litoral, Matinhos, Paraná,
Brasil.

Fabiane de Moraes Rodrigues

fa.de.moraes@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-0484-437X>

Universidade Estadual de Campinas,
Colégio Técnico de Campinas, Campinas,
São Paulo, Brasil.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o sabor de requeijado em hambúrgueres bovinos com teor reduzido de sódio e adição de antioxidante natural, neste caso, extrato de alecrim e extrato de chá verde. Foram elaboradas 5 formulações: Controle (2,0% NaCl); F1 (1,0% NaCl); F2 (1,0% NaCl/0,05% extrato de alecrim); F3 (1,0% NaCl/0,05% extrato de chá verde); F4 (1,0% NaCl/0,025% extrato de alecrim/0,025% extrato de chá verde). A oxidação lipídica, o pH e as taxas de encolhimento e perda de peso foram analisadas, e um teste sensorial de diferença do controle foi aplicado. Os valores de oxidação lipídica apresentaram aumento quando analisados na amostra após 21 dias de processamento em relação à amostra recém processada. Em um segundo lote processado, utilizando-se as mesmas matérias-primas, observou-se o efeito dos antioxidantes naturais usados. Foi observado o aumento das taxas de perda de peso e encolhimento nas formulações com teor reduzido de sódio. Na avaliação sensorial não houve diferença significativa entre as amostras e a formulação controle para os atributos cor e odor. Já para os atributos sabor, textura e aceitação global houve diferença significativa.

PALAVRAS-CHAVE: hambúrguer; produto pronto para consumo; sabor de requeijado.

INTRODUÇÃO

A fim de melhorar as propriedades sensoriais e de conservação dos produtos cárneos, a indústria usualmente adiciona sal (cloreto de sódio) nestes alimentos (NOVELLO *et al.*, 2009). O sal é usado como conservante reduzindo a atividade de água e inibindo o crescimento microbiano, além de ser essencial para conferir o sabor característico e a textura desejada, já que aumenta a capacidade de retenção de água das proteínas por aumentar a força iônica do meio, solubilizando-as (RHEE; ZIPRIN, 2001; WEISS *et al.*, 2010; JIANG; XIONG, 2016).

Contudo, mesmo em concentrações normalmente utilizadas em produtos cárneos, o sal tem alguns efeitos indesejáveis (RHEE; ZIPRIN 2001). Conforme relatado por Jiang e Xiong (2016), a adição de sal (NaCl), a presença de ferro heme e à abundância relativa de fosfolípidios endógenos em produtos cárneos faz com que estes (sódio, ferro heme e fosfolípidios) sejam muito suscetíveis a reações oxidativas, principalmente as induzidas por radicais que ocorre no cozimento em alta temperatura.

A oxidação lipídica reduz a vida útil de carnes congeladas e outros produtos cárneos. Em carnes pré-cozidas, a oxidação lipídica leva a alterações prejudiciais no sabor pós-reaquecimento de produtos pré-cozidos armazenados sob refrigeração, produzindo um fenômeno conhecido como "sabor de reaquecido" (*warmed-over flavor* ou *WOF*) (JAYATHILAKAN *et al.*, 2007; WEISS *et al.*, 2010; LAGE *et al.*, 2012; MANHANI *et al.*, 2018; HUANG; AHN, 2019; LUNGU *et al.* 2020).

O processo de desenvolvimento de WOF em produtos cárneos é atribuído à auto-oxidação dos lipídios da carne, que dá origem a hidroperóxidos que, por meio de muitas vias diferentes, se decompõem em um grande número de compostos voláteis. Esta é a principal causa de ranço durante o armazenamento congelado de carne e produtos cárneos. Ou seja, a carne cozida é suscetível à oxidação de lipídios e os fosfolípidios são os contribuintes primários para a oxidação de lipídios e o desenvolvimento de WOF (JAYATHILAKAN *et al.*, 2007).

Desta forma, a oxidação em carnes e produtos cárneos pode ser reduzida com a adição de ingredientes com potencial antioxidante para eliminar os radicais livres e, assim, encerrar a reação em cadeia (WEISS *et al.*, 2010; HUANG; AHN, 2019). De acordo com Manassis *et al.*, (2020), Sha e Xiong (2020) e Beya *et al.* (2021), a indústria utiliza os extratos de especiarias e ervas (como de alecrim, chá verde, orégano, tomilho, gengibre, coentro, sálvia, entre outros) como agentes antioxidantes naturais, pois eles protegem os lipídios da degradação auto-oxidativa, por funcionarem como agentes redutores, inibidores de radicais livres, quelantes ou sequestradores de oxigênio e como desativadores de metais pró-oxidantes.

A eficácia demonstrada de antioxidantes naturais, na forma de um extrato puro, uma mistura de componentes ativos ou um pó das sementes originais, folhas, entre outros, para retardar a oxidação lipídica e a deterioração do sabor em produtos cárneos estimulou um amplo interesse dentro da indústria da carne para explorar estratégias não tradicionais de ingredientes alimentares. A atenção aos antioxidantes naturais é intensificada pela recente tendência global de eliminar gradualmente os aditivos alimentares sintéticos que tradicionalmente são utilizados na cadeia alimentar. As tecnologias antioxidantes naturais existentes e potenciais aplicadas à carne para proteção da vida de prateleira são focadas em

compostos derivados de plantas que visam principalmente a carne fresca ou preparada na hora. Em comparação, a aplicação de antioxidantes naturais em produtos cárneos, que são submetidas a considerável alteração da estrutura muscular, extração de proteínas, tratamento com ingredientes funcionais como sal e fosfato e diferentes processos térmicos, foi muito menos investigada (JIANG; XIONG, 2016).

Ainda, conforme LUNGU *et al.* (2020), são poucas as pesquisas que enfocam os hábitos dos consumidores expostos ao sabor de requeijado e suas atitudes em relação à adoção de antioxidantes naturais na redução do desenvolvimento de WOF.

Apesar das funções relevantes do cloreto de sódio e algumas essenciais na fabricação de produtos cárneos, há uma pressão crescente de um grande número de órgãos da saúde para reduzir tanto o sal quanto o teor de sódio em produtos cárneos, pois foi observado um aumento no consumo destes produtos (QUADROS; BOLINI, 2015).

Essa redução na quantidade de sal nos alimentos processados é preconizada porque existe relação direta entre a ingestão excessiva de sódio e um aumento da incidência da hipertensão, sendo este um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares (CERVATO *et al.*, 1997). De acordo com a Organização Mundial de Saúde, a ingestão diária de sal deve ser inferior a 5 g e a ingestão de apenas 1,7 g de sódio por dia é benéfica para a redução da pressão arterial (WHO, 2003).

Para auxiliar na redução de sódio, a *Food Standards Agency* revisou as metas de redução de sal para 2017, em 80 categorias de alimentos, entre eles os produtos cárneos. A recomendação máxima de sal ou sódio para os hambúrgueres passou de 1,0 g ou 400 mg em 2010 para 0,75 g ou 300 mg em 2012 e esse valor foi mantido na última publicação em 2017 (FSA, 2017). Assim, a indústria de produtos cárneos necessita de pesquisas dos efeitos da redução de sódio sobre as propriedades funcionais destes alimentos.

Uma forma de comercialização que cresce intensamente é a venda de produtos industrializados como hambúrgueres, empanados e diversos pratos já preparados e semiprontos para o consumo (KOMIYAMA, 2009), sendo que o hambúrguer participa dos hábitos alimentares de grande parte da população, devido às suas características sensoriais e por ser um produto de fácil preparo (DANIEL, 2006).

Frente ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da redução de sódio e adição de extratos de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e de chá verde (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) no sabor de requeijado (*warmed-over flavor*) em hambúrgueres.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATÉRIA-PRIMA

Foram utilizados cortes bovinos de *pectoralis superficialis* e *triceps brachialis*, respectivamente denominados peito e paleta, recepcionados e estocados em temperatura de refrigeração (0 a 4 °C), A matéria prima cárnea foi obtida junto a

fornecedores devidamente registrados no Ministério Agricultura e Pecuária e com Alvará de Licença para sua comercialização.

As matérias-primas não perecíveis foram recepcionadas e armazenadas ao abrigo da luz e umidade em temperatura ambiente (25 °C).

FORMULAÇÃO E ELABORAÇÃO DO HAMBÚRGUER

Foram elaboradas cinco formulações onde a concentração de cloreto de sódio foi reduzida de 2% (controle) para 1% nas demais formulações. À formulação 1 (F₁) não foi adicionado nenhum tipo de extrato, na formulação 2 (F₂) foi adicionado extrato de alecrim (Guardian® Rosemary Extract 09), na formulação 3 (F₃), extrato de chá verde (Guardian Green Tea Extract 20M) e, na formulação 4 (F₄), extrato de alecrim e extrato de chá verde, conforme recomendações de aplicação do fabricante Danisco A/S, relatadas na Tabela 1.

Ambos os extratos são naturais, líquidos e dispersíveis em água. O extrato de alecrim contém 15 ppm de diterpenos fenólicos, enquanto o extrato de chá verde contém 10 ppm de catequinas, como ingredientes ativos.

Tabela 1 - Formulações de hambúrgueres com redução de sódio e adição de extratos vegetais

| Matéria-prima | Formulação | | | | |
|-------------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Controle | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ |
| carne bovina (paleta) | 30,4% | 30,4% | 30,4% | 30,4% | 30,4% |
| carne mecanicamente separada de ave | 30% | 30% | 30% | 30% | 30% |
| carne bovina (peito) | 17% | 17% | 17% | 17% | 17% |
| água (5 °C) | 15% | 16,0% | 15,95% | 15,95% | 15,95% |
| proteína texturizada de soja | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% |
| Sal refinado (cloreto de sódio) | 2,0% | 1,0% | 1,0% | 1,0% | 1,0% |
| tripolifosfato de sódio | 0,3% | 0,3% | 0,3% | 0,3% | 0,3% |
| cebola em pó | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% |
| alho em pó | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% |
| extrato de alecrim | 0,0% | 0,0% | 0,05% | 0,0% | 0,025% |
| extrato de chá verde | 0,0% | 0,0% | 0,00% | 0,05% | 0,025% |

As matérias-primas cárneas *pectoralis superficialis* e *triceps brachialis* foram limpas para retirada do excesso de tecido conjuntivo e adiposo externos e moídas em picador de carne com disco de 3,5 mm.

As carnes foram misturadas juntamente com o cloreto de sódio e demais matérias-primas em batedeira da marca KitchenAid modelo Stand Mixer Profissional 7,6 L, 325 W de potência, velocidade 5, por 2 minuto. A mistura foi refrigerada até 3 °C em resfriador rápido e moldada manualmente com auxílio de uma modeladora de 100 mm de diâmetro.

Os hambúrgueres foram então congelados até -10 °C em congelador rápido (marca SAGI, modelo AF2L) e cozidos em forno combinado (marca Rational, modelo Clima Plus Combi 61) a 160 °C e 40% de injeção de vapor até temperatura

de 85°C no centro do produto, sendo posteriormente congelados até -10 °C em congelador rápido. Foram acondicionados em embalagem selada de polietileno e armazenados em câmara fria a -18 °C por 21 dias.

Após este período de armazenamento, os hambúrgueres cozidos congelados foram reaquecidos em micro-ondas da marca Electrolux, modelo ME28S, 900 W de potência a cada 5 unidades em potência 10, por 5 minutos, sendo que aos 2,5 minutos o produto foi virado a fim de obter um aquecimento homogêneo. Na Figura 1 pode ser observado o fluxograma do processo com a indicação dos pontos de análise.

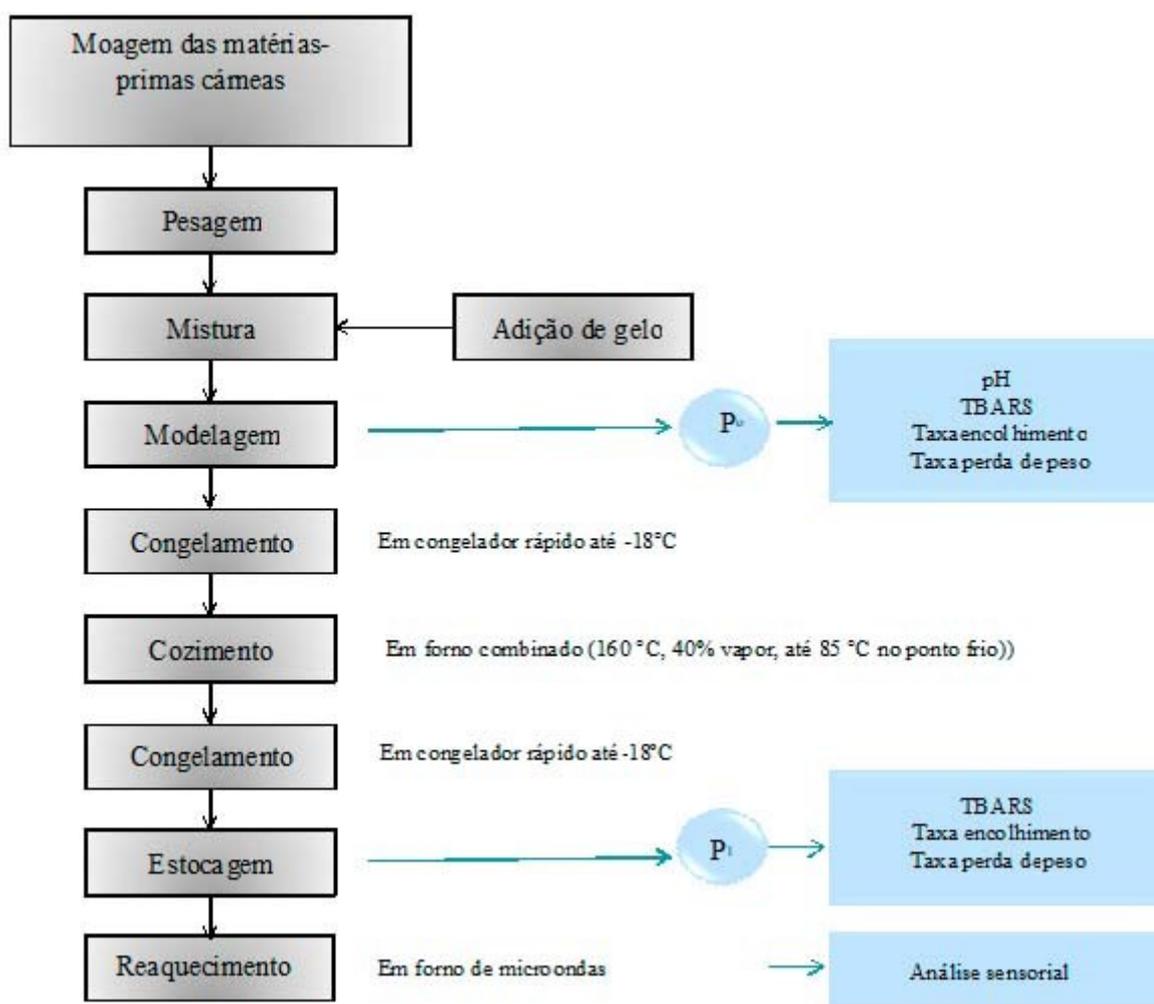


Figura 1 - Fluxograma do processamento de hambúrguer bovino e respectivas análises físico-químicas e sensoriais

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

pH

O pH foi determinado no dia de preparo das formulações, no hambúrguer cru após a moldagem e no cozido e congelado (P₀), conforme metodologia proposta por IAL (2008), utilizando um potenciômetro digital, marca Metler Toledo, modelo MP 125 pH meter.

Oxidação lipídica (TBARS)

A determinação foi realizada conforme metodologia proposta por Bruna *et al* (2001), em que são quantificados os produtos secundários da degradação lipídica (os malonaídeos), que são extraídos da amostra por destilação e posteriormente submetidos à reação colorimétrica com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), seguido de leitura a 532 nm de absorbância.

Foi utilizado o espectrofotômetro UV/VIS, da marca Milton Roy Spectronic 21D, modelo CL 080512A, a leitura foi realizada com um comprimento de onda de 532nm. Essa metodologia foi aplicada em todas as formulações de hambúrguer cozidas (P₀) e após 21 dias de armazenamento em congelador (P₁).

Taxa de encolhimento

A taxa de encolhimento foi determinada através da medição dos diâmetros dos hambúrgueres crus e reaquecidos pós-cozimento nos tempos zero e 21 dias após processamento com paquímetro, segundo metodologia de Berry (1992), estabelecendo-se através da Equação 1 a Taxa de encolhimento no cozimento e congelamento e na Equação 2 a Taxa de encolhimento no armazenamento.

$$TE_{\text{coz-cong}} (\%) = [(D_{\text{crua}} - D_{\text{coz-cong}_0}) \times 100] / D_{\text{crua}} \quad (\text{Equação 1})$$

$$TE_{\text{arm}} (\%) = [(D_{\text{coz-cong}_0} - D_{\text{coz-cong}_{21}}) \times 100] / D_{\text{coz}_0} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: D_{crua} = diâmetro da amostra crua; D_{coz-cong₀} = diâmetro da amostra processada e reaquecida no mesmo dia do processamento; D_{coz-cong₂₁} = diâmetro da amostra processada e reaquecida após 21 dias do processamento.

Taxa de perda de peso

A taxa de perda de peso foi determinada através de pesagem dos hambúrgueres crus e reaquecidos pós cozimento nos tempos zero e 21 dias em balança semi-analítica marca Marte, modelo AM5500, série 201731, com divisão de 0,01 g, e a taxa de perda de peso no cozimento e congelamento e a taxa de perda de peso no armazenamento foram determinadas através da Equações 3 e Equação 4:

$$TPP_{\text{coz-cong}} (\%) = [(P_{\text{crua}} - P_{\text{coz-cong}_0}) \times 100] / P_{\text{crua}} \quad (\text{Equação 3})$$

$$TPP_{\text{arm}} (\%) = [(P_{\text{coz}_0} - P_{\text{coz-cong}_{21}}) \times 100] / P_{\text{coz}_0} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde: P_{crua} = peso da amostra crua; P_{coz-cong₀} = peso da amostra processada e reaquecida no mesmo dia do processamento; P_{coz-cong₂₁} = peso da amostra cozida e reaquecida após 21 dias do processamento.

ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial das formulações de hambúrguer foi realizada através do Método Discriminativo por Teste de Comparação Múltipla (Diferença do Controle) com 40 provadores não treinados, segundo metodologia do IAL (2008) e MEILGAARD *et al.* (1999), para os seguintes atributos: cor, odor, sabor, textura e avaliação global.

Foi utilizada uma escala não estruturada de 9 cm ancorada em duas extremidades: pior que o controle e melhor que o controle. Todas as formulações foram avaliadas 21 dias após o processamento. Antes de serem servidos aos provadores, os hambúrgueres foram reaquecidos em micro-ondas da marca Electrolux, modelo ME28S, 900 W de potência, a cada 5 unidades, em potência 10, por 5 minutos, sendo que aos 2,5 minutos o produto foi virado a fim de obter um aquecimento homogêneo.

Este trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da FCM/UNICAMP sob o número 0977.0.146.000-11 e todos os participantes assinaram o termo de Consentimento Livre Esclarecido, seguindo a Resolução 196/96 do CNS/MS.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos nas análises físico-químicas foram analisados através de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados obtidos no teste de diferença do controle foram avaliados através de análise de variância e testes de médias de Dunnet ($p < 0,05$) (IAL, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

pH

Os valores de pH dos hambúrgueres crus congelados variaram de 6,41 a 6,47 e não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Já nos hambúrgueres cozidos, os valores de pH variaram de 6,61 a 6,78, sendo que o valor de pH da formulação F₁ foi superior aos valores de pH das demais amostras (Tabela 2).

Tabela 2 - pH dos hambúrgueres bovinos crus e cozidos (160 °C, 40% de vapor até 85 °C no ponto frio) com redução de sódio e adição de antioxidantes naturais.

| Hambúrguer | Controle | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Cru | 6,41 ^a | 6,47 ^a | 6,42 ^a | 6,47 ^a | 6,44 ^a |
| Cozido | 6,61 ^b | 6,78 ^a | 6,65 ^b | 6,66 ^b | 6,67 ^b |

NOTA: Médias (F₁, F₂, F₃, F₄) contendo letras diferentes, na mesma linha (cru; cozido), diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Controle: 2% NaCl; F₁: 1,0% NaCl; F₂: 1,0% NaCl/0,05% extrato de alecrim; F₃: 1,0% NaCl/0,05% extrato de chá verde; F₄: 1,0% NaCl/0,025% extrato de alecrim/0,025% extrato de chá verde.

Hautrive *et al.* (2008), observou valores inferiores de pH para hambúrgueres mistos de carne bovina e de frango (5,98) e bovino (5,63), assim como Marques (2007), que encontrou pH de 5,87 para hambúrguer. Porém, os valores

encontrados estão de acordo com os valores de pH em hambúrgueres misto e de frango observados por Torres *et al.* (1998), que variaram de 6,11 a 6,60.

Esses valores elevados de pH observados, podem ser atribuídos ao uso de carne mecanicamente separada (CMS) e de tripolifosfato da formulação. Pollonio (1994), observou que a adição de fosfatos aumentou o pH em até 0,4 unidades, isso devido ao fato dos fosfatos terem a propriedade de aumentar o pH de carnes, afastando as proteínas miofibrilares de seu ponto isoelétrico, facilitando a retenção de água no sistema. Além disso, os fosfatos, ao disponibilizarem mais força iônica ao meio, podem interagir com lipídios e subprodutos da oxidação, diminuindo a probabilidade de formar o *warmed-over flavor* (POLLONIO, 1994).

O pH mais elevado favorece uma inibição parcial da oxidação lipídica, pois conforme Wu; Mills; Henning (2000), o alto pH induzida pela redução da capacidade oxidativa coincide com a teoria de complexo de metais ferrosos-di-oxigênio-férrico, na qual este complexo pode ser formado de ferro férrico na presença de um agente de redução ou de ferro ferroso em presença de um agente oxidante. A completa redução do ferro férrico ou a oxidação completa de ferro ferroso poderia inibir a oxidação lipídica, pois são influenciados pelo pH.

Como pode ser observado, os valores de pH das amostras estudadas diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si apenas para o hambúrguer cozido. Rojas; Brewer (2007), observaram que o pH da carne de porco cozida não foi afetado pelos antioxidantes naturais de extrato de semente de uva, oleorresina de alecrim e extrato de orégano solúvel em água. Resultado semelhante foi encontrado por Martínez, Ros e Nieto (2020) ao analisarem a incorporação de extratos sintético e natural de hidroxitirosol e extrato de alecrim em hambúrgueres de carneiro, em que o pH não apresentaram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos.

O cloreto de sódio promove decréscimo das forças atrativas entre moléculas de proteínas próximas permitindo entrada de água no sistema, ocorrendo um entumescimento das proteínas miofibrilares. O aumento na hidrofobicidade de superfície das proteínas permite ligar mais gordura, devido a formação de uma rede estável ao calor por forças hidrofóbicas após aquecimento (PEARCE *et al.*, 2011).

Oxidação lipídica (TBARS)

Observa-se que os valores de produtos secundários de degradação lipídica (malonaldeídos) reativos ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) para os hambúrgueres cozidos no dia desta análise não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% e mostraram-se inferiores aos valores de TBARS quantificados nos hambúrgueres cozidos e armazenados por 21 dias (Tabela 3).

De acordo com Raharjo e Sofos (1993), a oscilação nos valores de TBARS ao longo do armazenamento é um comportamento normal e é proveniente da oxidação do malonaldeído, o qual forma compostos que não reagem com o ácido tiobarbitúrico. A concentração de alecrim pode ter sido insuficiente para inibir o maior nível de oxidação induzida pelo sal (ROJAS; BREWER, 2007).

Gonçalves (2009) observou a ação antioxidante de extrato de alecrim em produtos cárneos, porém o autor relata que as condições de processamento e armazenamento também podem afetar a vida útil do produto final.

Tabela 3 - TBARS dos hambúrgueres bovinos com redução de sódio e adição de antioxidantes naturais, analisados no dia do cozimento (160 °C, 40% de vapor até 85 °C no ponto frio) e após 21 dias de armazenamento sob congelamento a -18 °C.

| Hambúrguer | Controle | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Cozido (P ₀) | 0,14 ^a | 0,14 ^a | 0,17 ^a | 0,13 ^a | 0,15 ^a |
| Cozido e com 21 dias de armazenamento a -18 °C (P ₁) | 0,20 ^b | 0,20 ^b | 0,22 ^{ab} | 0,24 ^{ab} | 0,25 ^a |

NOTA: Médias (F₁, F₂, F₃, F₄) contendo letras diferentes, na mesma linha (cozido; cozido e com 21 dias de armazenamento), diferem entre si (p<0,05) pelo teste de Tukey. Controle: 2% NaCl; F₁: 1,0% NaCl; F₂: 1,0% NaCl / 0,05% extrato de alecrim; F₃: 1,0% NaCl / 0,05% extrato de chá verde; F₄: 1,0% NaCl / 0,025% extrato de alecrim / 0,025% extrato de chá verde.

Em relação à redução do teor de sal, não foi observado diferença estatística para as amostras cozida e cozida com 21 dias de armazenamento, estando de acordo com o observado por Torres *et al.* (1998). Wu; Mills; Henning (2000), observaram uma maior estabilidade oxidativa em amostras de carne com pH elevado.

Mariutti e Bragagnolo (2007), citam estudos que utilizaram extratos vegetais como antioxidantes e relatam redução da oxidação lipídica de acordo com os valores de TBARS em produtos cárneos e hambúrgueres.

As condições da carne crua são muito importantes para as mudanças oxidativas da carne após o cozimento, porque os produtos de oxidação primária ou lipídios oxidados da carne crua podem continuar o processo de oxidação após o cozimento. Portanto, prevenir a oxidação lipídica da carne crua é tão importante quanto na carne cozida (HUANG; AHN, 2019). Conforme Gonçalves (2009), a temperatura de cozimento é importante para formação do malonaldeído quando o cozimento é feito entre 63 e 70 °C, sendo que a 70 °C as condições são mais favoráveis à oxidação lipídica do que em temperaturas menores. Além disso, o tempo de armazenamento também tem efeito no índice de oxidação, necessitando de concentrações mais altas de antioxidantes para retardar a velocidade da reação.

Para Torres *et al.* (1998) a adição de ingredientes tais como cebola e alho pode interferir positivamente na estabilidade lipídica. A maioria das amostras no presente estudo apresentaram valores TBARS abaixo do limite de detecção sensorial de 0,5 a 1,0 µg/g relatado por Wu, Mills e Henning (2000).

Taxa de encolhimento

As taxas de encolhimento no cozimento e congelamento, bem como no armazenamento podem ser observados na Tabela 4.

Há diferença significativa entre as médias de taxa de encolhimento das formulações cozidas (p<0,05). Já no caso da taxa de encolhimento nos hambúrgueres cozidos e armazenados por 21 dias não há diferença significativa

($p < 0,05$). A taxa de encolhimento no cozimento e congelamento aumentou nas formulações com teores reduzidos de cloreto de sódio, sendo maiores nas formulações com adição de extratos vegetais.

Tabela 4 - Taxa de encolhimento no cozimento e congelamento dos hambúrgueres bovinos com redução de sódio e adição de antioxidantes naturais, analisados no dia do cozimento (160 °C, 40% de vapor até 85 °C no ponto frio) e após 21 dias de armazenamento sob congelamento a -18 °C.

| Hambúrguer | Controle | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Cozido (P ₀) | 15,0% ^a | 17,8% ^b | 22,9% ^c | 22,0% ^d | 23,9% ^e |
| Cozido e com 21 dias de armazenamento a -18 °C (P ₁) | 10,1% ^a | 12,2% ^a | 12,5% ^a | 14,7% ^a | 12,5% ^a |

NOTA: Médias (F₁, F₂, F₃, F₄) contendo acompanhadas por letras diferentes, na mesma linha (cozido; cozido e com 21 dias de armazenamento), diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. * não há diferença significativa entre as médias, segundo a ANOVA ($p < 0,05$). Controle: 2% NaCl; F₁: 1,0% NaCl; F₂: 1,0% NaCl / 0,05% extrato de alecrim; F₃: 1,0% NaCl / 0,05% extrato de chá verde; F₄: 1,0% NaCl / 0,025% extrato de alecrim / 0,025% extrato de chá verde.

Câmara *et al.* (2017) avaliando os efeitos da adição de extrato de alecrim e chá verde e substituição da gordura vegetal por óleo de linhaça dourada nas propriedades físico-químicas e sensoriais de hambúrguer bovino, observou taxa de encolhimento entre 19,73% e 23,74%, superiores ao identificado.

Observa-se que a taxa de encolhimento está intimamente relacionada à taxa de perda de peso, uma vez que ao perder peso por perda de umidade, o hambúrguer encolhe e também perde medidas. Portanto, as observações sobre taxa de perda de peso são também pertinentes para taxa de encolhimento. Conforme Câmara *et al.* (2017) os produtos cárneos reestruturados tendem a encolher durante o processo de cozimento, devido à desnaturação das proteínas da carne e a perda de gordura.

Taxa de perda de peso

A Tabela 5 se refere à taxa de perda de peso no cozimento e congelamento e à taxa de perda de peso no armazenamento das diferentes formulações de hambúrguer.

Tabela 5 - Taxa de perda de peso no cozimento e congelamento dos hambúrgueres bovinos com redução de sódio e adição de antioxidantes naturais, analisados no dia do cozimento (160 °C, 40% de vapor até 85 °C no ponto frio) e após 21 dias de armazenamento sob congelamento a -18 °C.

| Hambúrguer | Controle | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ |
|--|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Cozido (P ₀) | 18,6% ^a | 22,3% ^{ab} | 24,7% ^{bc} | 27,0% ^c | 26,9% ^c |
| Cozido e com 21 dias de armazenamento a -18 °C (P ₁) | 19,6% ^a | 22,2% ^b | 21,9% ^{bc} | 21,1% ^c | 22,3% ^b |

NOTA: Médias (F₁, F₂, F₃, F₄) contendo letras diferentes, na mesma linha (cozido; cozido e com 21 dias de armazenamento), diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Controle: 2% NaCl; F₁: 1,0% NaCl; F₂: 1,0% NaCl / 0,05% extrato de alecrim; F₃: 1,0% NaCl / 0,05% extrato de chá verde; F₄: 1,0% NaCl / 0,025% extrato de alecrim / 0,025% extrato de chá verde.

Tanto para a taxa de perda de peso no cozimento e congelamento como para a taxa de perda de peso no armazenamento, há diferença significativa entre as formulações ($p < 0,05$).

A taxa de perda de peso no cozimento e congelamento foram maiores para as formulações com teor reduzido de cloreto de sódio, sendo maiores para as formulações com adição de antioxidante natural, assim como ocorreu para os resultados de taxa de encolhimento.

Gonçalves (2009), em estudo de peças de lagarto bovino injetadas obteve que maiores concentrações de sódio acarretam em menor perda de peso, porém, ao utilizar extrato de alecrim, não verificou efeito sobre a perda de peso ($p < 0,05$).

Bueno (2008) em estudo com diferentes cortes cárneos bovinos também obteve menores perdas de peso no processo de cocção quando as peças de carne receberam injeção de salmoura em diferentes concentrações, com resultado variando conforme a concentração e composição dessa salmoura que continha 1% de cloreto de sódio e diferentes concentrações de tripolifosfato de sódio. A relação entre o sódio e a retenção de água é conhecida e provavelmente acarretou em forte influência nesses resultados.

Avaliação sensorial

Para os atributos cor e odor não houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). Já para os atributos sabor, textura e aceitação global houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6 - F calculado para teste de diferença do controle em hambúrgueres bovinos com redução de sódio e adição de antioxidantes naturais, analisados após cozimento (160 °C, 40% de vapor até 85 °C no ponto frio) e armazenamento por 21 dias sob congelamento a -18 °C.

| Atributo | F calculado* |
|------------------|--------------|
| Cor | 0,54 |
| Odor | 1,27 |
| Sabor | 3,65 |
| Textura | 8,31 |
| Aceitação global | 4,43 |

NOTA: *F crítico ($p < 0,05$) = 2,37

Pela aplicação do teste de Dunnet nesses atributos com diferença significativa, para os atributos sabor e textura há diferença significativa entre cada formulação (F_1 , F_2 , F_3 e F_4) e o controle ($p < 0,05$). Para a aceitação global, há diferença significativa entre as amostras F_2 , F_3 e F_4 e o controle ($p < 0,05$), porém, não há diferença significativa entre F_1 e o controle ($p < 0,05$).

A redução em 50% no teor de cloreto de sódio nas formulações F_1 , F_2 , F_3 e F_4 e a inclusão de extratos vegetais nas três últimas não resultou em impacto na percepção da cor e do odor dessas formulações com relação à formulação controle. Porém, essas alterações de formulação acarretaram em diferença de percepção no sabor, na textura e na aceitação global pelo provador que detectou

diferença entre cada amostra e a formulação controle, exceto para aceitação global entre a formulação F₁ e a formulação controle (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios do grau de diferença sensorial dos hambúrgueres bovinos com redução de sódio e adição de antioxidantes naturais, analisados após cozimento (160 °C, 40% de vapor até 85 °C no ponto frio) e armazenamento por 21 dias sob congelamento a -18 °C.

| Atributo | D (p<0,05) | Controle | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ |
|------------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Sabor | 0,60 | 5,12 ^a | 4,33 ^b | 4,25 ^c | 4,33 ^d | 4,28 ^e |
| Textura | 0,63 | 5,19 ^a | 4,36 ^b | 4,31 ^c | 3,69 ^d | 3,82 ^e |
| Aceitação global | 0,56 | 5,37 ^a | 4,90 ^a | 4,65 ^b | 4,36 ^c | 4,60 ^d |

NOTA: Médias (F₁, F₂, F₃, F₄) contendo letras diferentes, na mesma linha (Sabor, Textura e Aceitação global), apresentam diferença significativa em relação à formulação Controle (p<0,05) pelo teste de Dunnett; Controle: 2% NaCl; F₁: 1,0% NaCl; F₂: 1,0% NaCl / 0,05% extrato de alecrim; F₃: 1,0% NaCl / 0,05% extrato de chá verde; F₄: 1,0% NaCl / 0,025% extrato de alecrim / 0,025% extrato de chá verde.

Os resultados colaboram com Martínez, Ros e Nieto (2020), que observaram uma redução dos parâmetros sensoriais dos hambúrgueres de carneiro com a adição de extrato natural de hidroxitirosol e extrato de alecrim quando comparados com o controle. Porém, divergem de MANHANI *et al.* (2018), que ao avaliarem a ação antioxidante do extrato de alecrim e orégano em hambúrguer pré-cozido, observaram que os valores iniciais do teste de aceitação foram mantidos até os 30 dias de armazenamento a -18°C.

Gonçalves (2009) não encontrou correlação entre os índices mais elevados de TBARS em seu experimento e resultados de análise sensorial de sabor de requeijado. Nesse estudo, houve diferença significativa entre o sabor das formulações e o controle, contudo, o teste aplicado não permitiu investigar se essa diferença é devida à adição de extratos vegetais ou aos diferentes teores de sódio. Pois, segundo Puolanne *et al.* (2001), o cloreto de sódio também rege a capacidade de retenção de água, firmeza, gosto e sabor, como também a segurança microbiológica dos produtos cárneos.

CONCLUSÃO

Os testes sensoriais realizados permitiram a comparação das formulações com teor reduzido de sódio e também com adição de extratos vegetais com relação a uma formulação controle, detectando diferença significativa no sabor, textura e aceitação global dessas formulações. Porém tais afirmações não podem ser atribuídas ao TBARS, pois não houve alteração na oxidação lipídica quando comparada ao controle, o que pode ser inferido que não houve desenvolvimento de *warmed-over flavor* nos hambúrgueres sob as condições estudadas, já que os valores encontrados estão abaixo do limite de detecção sensorial das literaturas citadas.

Sugere-se a realização de novos estudos a fim de serem avaliados os efeitos da redução do sódio e a adição de diferentes antioxidantes naturais em carnes e produtos cárneos cozidos e congelados sobre a oxidação lipídica e sobre o desenvolvimento de *warmed-over flavor* em produtos cárneos. Pois estes

dependem da combinação de resultados de pesquisas sobre a eficácia do uso de diferentes antioxidantes naturais em produtos cárneos com diferentes teores de redução de sódio, aliado a testes sensoriais de aceitação.

Evaluation of different formulations with sodium reduction and addition of natural antioxidant in bovine hamburger

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the taste of reheated burgers with low content of sodium and addition of natural antioxidant, in this case, rosemary and green tea extracts. Five formulations were prepared: control (2.0% NaCl), F1 (1.0% NaCl), F2 (1.0% NaCl/0.05% rosemary extract), F3 (1.0% NaCl/0.05 % green tea extract), F4 (1.0% NaCl/0.025% rosemary extract/0.025% green tea extract). The lipidic oxidation, pH, as well as shrinkage and weight loss rates were analyzed, and a sensory test was applied. Values show increased sample lipidic oxidation when analyzed after 21 days of processing comparing to the recently processed sample. In a second batch processed, using the same raw materials, we observed the effect of natural antioxidants used. We observed increased weight loss and shrinkage rates in formulations with low level of sodium. Sensory evaluation showed no significant difference between the samples and the control formulation for the attributes color and odor. Significant difference was identified for the flavor, texture and overall acceptance attributes.

KEYWORDS: burger; product ready for consumption; warmed-over flavor.

REFERÊNCIAS

- BEYA, M. M.; NETZEL, M. E.; SULTANBAWA, Y.; SMYTH, H.; HOFFMAN, L. C. Plant-Based Phenolic Molecules as Natural Preservatives in Comminuted Meats: A Review. **Antioxidants** v. 10, n. 2, p. 263, 2021.
- BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **Food Sci.**, v. 57, n. 3, p. 537-540, 1992.
- BRUNA, J. M.; ORDÓÑEZ, J. A.; FERNÁNDEZ, M.; HERRANZ, B.; DE LA HOZ, L. Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. **Meat Science**, v. 59, n. 1, p. 87-96, 2001.
- BUENO, R. V. C. C. **Efeito da fibra de colágeno na qualidade funcional de “cooked frozen beef”**. Campinas, 2008. 91 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, 2008.
- CÂMERA, A. K. F. I.; FUJIMOTO, G.; RIBEIRO, M. C. E.; NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Efeito da adição de extrato de alecrim, chá verde e óleo de linhaça sobre a estabilidade oxidativa, propriedades físico-químicas e sensoriais de hambúrguer bovino. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 1-14, jan./jun. 2017.
- CERVATO, A. M.; MAZZILLI, R. N.; MARTINS, I. S.; MARUCCI, M. F. N. Dieta habitual e fatores de risco para doenças cardiovasculares. **Rev. Saúde Pública**, v. 31, n. 3, p. 227-235, 1997.
- DANIEL, A. P. Emprego de fibras e amido de aveia (*Avena sativa* L.) modificado em produtos cárneos. Santa Maria, 2006. 91 fl. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) do Centro de Ciências Rurais**, Universidade Federal de Santa Maria.
- FOOD STANDARDS AGENCY – FSA. **Salt reduction targets 2017**. 2017. Disponível em:
<https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/604338/Salt_reduction_targets_for_2017.pdf> Acesso em 08/01/2021.
- GONÇALVES, J. R. Qualidade da carne bovina (*M. Semitendinosus*) injetada, acondicionada em embalagem cook in e cozida sob diferentes regimes de cocção. Campinas, 2009. **Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)**, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.
- HAUTRIVE, T. P.; OLIVEIRA, V. R.; SILVA, A. R. D.; TERRA, N. N.; CAMPAGNOL, P. C. B. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, Supl., p. 95-101, dez. 2008.
- HUANG, Xi; AHN, Dong Uk. Lipid oxidation and its implications to meat quality and human health. **Food Sci Biotechnol**, v. 28, n. 5, p. 1275–1285, 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Capítulo VI - Análise Sensorial**. p. 279-320. 2008. In: INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 2008.

JIANG, J.; XIONG, Y. L. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. **Meat Science**, v. 120, p. 107–117, oct. 2016.

JAYATHILAKAN, K.; SHARMA, G. K.; RADHAKRISHNA, K.; BAWA, A.S. Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed-over-flavour in different species of meat. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 908-916, 2007.

KOMIYAMA, C. M. Qualidade da carne de matriz pesada em final de ciclo de produção e técnicas de agregação de valor. Botucatu, 2009. 97 fl. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

LAGE, M. E.; GODOY, H. T.; BOLINI, H. M. A.; OLIVEIRA, R. R.; REZENDE, C. S. M.; C. S. P. Sensory profile of warmed-over flavour in tenderloin from steers supplemented with alpha-tocopherol. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.8, p.1915-1920, 2012.

LUNGU, N. S.; AFOLAYAN, A. J.; THOMAS, R. S. IDAMOKORO, E. M. Consumer exposure to warmed-over flavour and their attitudes towards the use of natural antioxidants as preservatives in meat and meat products. **British Food Journal**, v. 122, n. 9, p. 2927-2937, 2020.

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

MARTÍNEZ, L.; ROS, G.; NIETO, G. Synthetic vs. Natural Hydroxytyrosol for Clean Label Lamb Burgers. **Antioxidants**, v. 9, n. 9, p.851, 2020.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., CARR, T. B. **Sensory avaiation techniques**. 3. ed. Boca Ranton: CRC Press, 1999. 387p.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Antioxidantes Naturais da Família Lamiaceae. Aplicação em Produtos Alimentícios. **Braz. J. Food Technol.**, v. 10, n. 2, p. 96-103, abr./jun. 2007.

MANESSIS, G.; KALOGIANNI, A. I.; LAZOU, T.; MOSCHOVAS, M.; BOSSIS, I.; GELASAKIS, A. I. Plant-Derived Natural Antioxidants in Meat and Meat Products. **Antioxidants**, v. 9, n. 12, p. 1215, 2020.

MANHANI, M. R.; NICOLETTI, M. A.; DA SILVA BARRETTO, A. C.; DE JESUS, G. R.; MUNHOZ, C.; DE ABREU, G. R.; ZACCARELLI-MAGALHÃES, J.; FUKUSHIMA, A. R. Antioxidant Action of Rosemary and Oregano Extract in Pre-Cooked Meet Hamburger. **Food and Nutrition Sciences**, v. 9, p. 806-817, 2018.

NOVELLO, D.; MARQUES, A.; TONETO, E. R. L.; POLLONIO, M. A. R. Atributos de qualidade funcional de peito de frango injetado com cloreto de sódio e cálcio. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 403-410, jul./set. 2009.

PEARCE, K. L.; ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J.; HOPKINS, D. L. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. **Meat Science**, v. 89, p. 111-124, 2011.

POLLONIO, M. A. R. **Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares e oxidação lipídica de carne de frango mecanicamente desossada.** Campinas, 1994. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.

PUOLANNE, E. J.; RUUSUNEN, M. H.; VAINIONPÄÄ, J. I. **Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate.** **Meat Science**, Inglaterra, v. 58, n. 1, p. 1-7, 2001.

RAHARJO; SOFOS. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review. **Meat Science**, v.35, n. 5, p.145-169, 1993.

RHEE, K.S.; ZIPRIN, Y.A. Pro-oxidative effects of NaCl in microbial growth-controlled and uncontrolled beef and chicken. **Meat Science**, v. 57, p. 105-112, 2001.

ROJAS, M. C.; BREWER, M. S. Effect of Natural Antioxidants on Oxidative Stability of Cooked, Refrigerated Beef and Pork. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 4, p. 282S-288S, 2007.

SHA, L; XIONG, Y. L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges, **Trends in Food Science & Technology**, v. 102, p. 51-51, 2020.

TORRES, E.A.F.S.; RIMOLI, C.D.; OLIVO, R.; HATANO, M.K.; SHIMOKOMAKI, M. Papel do sal iodado na oxidação lipídica em hambúrgueres bovino e suíno (misto) ou de frango. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.18, n.1, p. 49-52, 1998.

WEISS, Jochen; GIBIS, Monika; SCHUH, Valerie; SALMINEN, Hanna. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, p. 196-213, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. **WHO Technical Report Series**, Geneva: World Health Organization, 2003.

WU, J. Y.; MILLS, E. W.; HENNING, W. R. Oxidative Stability and Sensory Attributes of Prerigor Cooked Beef Steak. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 8, p. 1382-1385, 2000.

Recebido: 23 abr. 2018.

Aprovado: 17 set. 2021.

DOI: 10.3895/rebrapa.v11n2.8183

Como citar:

QUADROS, D. A.; RODRIGUES, F. M. Avaliação de diferentes formulações com redução de sódio e adição de antioxidante natural em hambúrguer bovino. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 11, n. 2, p. 124-141, abr./jun. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Diomar Augusto de Quadros

Universidade Federal do Paraná, Setor Litoral, Rua Jaguariaíva, 512, Caiobá, CEP 83.260-000, Matinhos, Paraná.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

