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

**Incorporação de antioxidante natural em hambúrguer de frango:
estabilidade oxidativa e percepção sensorial temporal descritiva e
hedônica**

Beatriz Schmidt Menegali

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2020**

Beatriz Schmidt Menegali
Cientista de Alimentos

Incorporação de antioxidante natural em hambúrguer de frango: estabilidade oxidativa e percepção sensorial temporal descritiva e hedônica

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora
Prof^a. Dra. **CARMEN JOSEFINA CONTRERAS CASTILLO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Menegali, Beatriz Schmidt

Incorporação de antioxidante natural em hambúrguer de frango: estabilidade oxidativa e percepção sensorial temporal descritiva e hedônica / Beatriz Schmidt Menegali. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011 - - Piracicaba, 2020.

77 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Oxidação lipídica 2. Pimenta rosa 3. Dominância temporal de sensações 4. Características sensoriais I. Título

DEDICATÓRIA

A Deus,
minha família,
meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e principalmente agradeço a Deus, pois tudo que conquistei até hoje sei que foi por tuas mãos, a ti meu eterno amor e gratidão.

Aos meu pais, Gislaine Márcia Schmidt Menegali e Edson Roberto Menegali, por todo amor, carinho e apoio que me deram durante toda a vida, e por serem meu caminho, a vocês toda a minha gratidão.

À minha irmã Gabriela, por todo apoio nas minhas decisões, pelo ombro amigo, por ouvir minhas reclamações, por toda sua alegria no meu dia a dia e companheirismo. A minha irmã Lais, a vocês duas todo meu respeito e amor.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” minha GLORIOSA que me formou cientista de alimentos e ao Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, pelas portas abertas, pela grande contribuição na minha formação por possibilitar a realização deste trabalho.

À CAPES, pela bolsa de estudo por possibilitar a realização deste trabalho e sonho.

À minha querida orientadora, Professora Carmen Josefina Contreras Castillo, minha gratidão pela oportunidade, pela orientação, pró- atividade, aprendizado, incentivo, confiança, paciência e amizade. Sem isto seria impossível a realização deste trabalho.

Aos professores, Miriam Selani e Erick Saldaña minha extrema gratidão pela, orientação, oportunidade, aprendizado, incentivo, confiança, muita paciência, bom- humor e principalmente por todos esses anos de amizade, de almoços e cafezinhos. Sem vocês seria impossível a realização deste trabalho.

À toda equipe do Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes, à Ana Clara, Julia e Giovana por me ajudarem nas análises, à Iliani, Thais, Dario e Mariana nossa querida técnica, pela ajuda durante todo o trabalho, por compartilhar suas energia, seus dia a dia comigo, por todos os almoços, risadas, cafés, companheirismos, por tornarem minha vida muito mais divertida enquanto trabalhava.

Queria agradecer aos meus amigos Guilherme e Beatriz, que mesmo as vezes distante sei que posso sempre confiar em vocês, a minha querida professora de yoga Cris, por todo conhecimento compartilhado e não ter me deixado surtar e claro queria agradecer a mim mesma por não ter desistido.

Enfim, agradeço a todos aqueles que contribuíram para que esse trabalho se realizasse e concretizasse.

Meus mais sinceros agradecimentos.

GRATIDÃO!

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”

-Carl Jung

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 . INTRODUÇÃO GERAL	15
1.2 Revisão bibliográfica	15
1.3 Objetivos	24
Referências	25
2 ESTABILIDADE OXIDATIVA E PERFIL SENSORIAL DINÂMICO DE HAMBURGUER DE FRANGO COM EXTRATO DE PIMENTA ROSA COMO ANTIOXIDANTE NATURAL USANDO DOMINÂNCIA TEMPORAL DE SENSações	31
Resumo	31
Abstract	31
2.1 Introdução	31
2.2 Material e Métodos.....	32
2.3 Resultados e Discussão.....	38
2.4 Conclusões	50
Referências	50
3 TEMPORALIDADE SENSORIAL E HEDÔNICA DE HAMBURGUER DE FRANGO COM EXTRATO DE PIMENTA ROSA	55
Resumo	55
Abstract	55
3.1 Introdução	55
3.2 Material e Métodos.....	57
3.3 Resultados e Discussão.....	61
3.4 Conclusões	72
Referências	72
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	77

RESUMO

Incorporação de antioxidante natural em hambúrguer de frango: estabilidade oxidativa e percepção sensorial temporal descritiva e hedônica

O hambúrguer é um dos produtos cárneos mais populares do mundo. No entanto, o hambúrguer de frango, devido ao maior teor de lipídeos insaturados e às etapas de processamento, apresenta-se mais susceptível à oxidação lipídica, processo que pode ser controlado por meio de diferentes tecnologias tais como acondicionamento a vácuo e aditivo antioxidante. Todavia, devido à preocupação quanto à toxicidade dos antioxidantes sintéticos, estudos relacionados ao uso de substâncias naturais com propriedades antioxidantes, representa uma alternativa para fins de substituição do antioxidante sintético. Em casos de substituição de ingredientes, as indústrias necessitam de informações sobre a estabilidade oxidativa e o impacto sensorial desta modificação no produto. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da incorporação do extrato de pimenta rosa, do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento sobre as características físico-químicas, estabilidade oxidativa e percepção temporal descritiva e hedônica de hambúrguer de frango. Foram desenvolvida três formulações de hambúrguer: a) sem antioxidante, b) com antioxidante sintético, e c) com extrato de pimenta rosa acondicionadas em embalagem aeróbia e vácuo, totalizando seis tratamentos, que foram armazenados durante sete dias a 2 °C. Análises de cor, pH e oxidação lipídica foram determinadas após 1, 3, 5 e 7 dias de armazenamento. Além disso, a percepção sensorial temporal descritiva e hedônica foi avaliada através do método dinâmico “multi-atributos” denominado Dominância Temporal de Sensações (TDS), aceitação dinâmica no início (1 dia) e no final do período de armazenamento (7 dias). O extrato de pimenta rosa foi mais efetivo que o BHT para retardar a oxidação lipídica no hambúrguer, houve uma redução do TBARS em 79,44% para PP e 67,29% para BHT ($p < 0,05$) em comparação ao controle. Em relação ao TDS, as diferenças na percepção sensorial e nos atributos dominantes durante a mastigação foram mais relacionadas às características do produto do que aos antioxidantes estudados. Não ocorreu diferença de aceitação na amostra entre as diferentes ingestões. Assim, o extrato de pimenta rosa se mostrou ser uma fonte alternativa de antioxidante natural e possivelmente substituir os antioxidantes sintéticos nas formulações de hambúrgueres de frango sem afetar sua qualidade sensorial.

Palavras-chave: Oxidação lipídica; Pimenta rosa; Dominância temporal de sensações; Características sensoriais

ABSTRACT

Incorporation of natural antioxidant in chicken burger: oxidative stability and descriptive and hedonic temporal sensory perception

Burger is one of the most popular meat products in the world. However, chicken burgers, due to their higher unsaturated lipid content and processing steps, are more susceptible to lipid oxidation, a process that is controlled with the use of packing conditioning and additive antioxidant. However, with regard to the toxicity of these compounds, studies of natural substances with antioxidant properties represent an alternative to replacement fins. In case of ingredient substitution, it is necessary to know the oxidative stability and sensory impact of this change on the product. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of incorporation of pink pepper extract, the type of packaging and storage time on the physical-chemical properties, oxidative stability and descriptive and hedonic time perception of chicken burger. Three burger formulations were obtained: a) without antioxidant, b) with synthetic antioxidant and c) with conditioned pink pepper extract in aerobic and vacuum packages, totaling 6 tests, which were used for 7 days at 2 ° C. Color analysis, pH and lipid oxidation were used after 1, 3, 5 and 7 days of storage. In addition, a descriptive and hedonic temporal sensory perception were assessed through the dynamic multi-attribute method called Temporal Sensation Dominance, initial recovery (1 day) and end of the storage period (7 days). The burger with pink pepper extract was more effective than BHT in delaying lipid oxidation, there was a reduction in TBARS by 79.44% for PP and 67.29% for BHT ($p < 0.05$) compared to control. Regarding TDS, differences in sensory perception and dominant attributes during chewing were more related to the characteristics of the product than to the antioxidants studied. There was no acceptance difference in the sample between the different entries. Thus, pink pepper extract can be a natural antioxidant source and can replace synthetic antioxidants in chicken burger formulations without affecting the sensory quality.

Keywords: Lipid oxidation; Pink pepper; Temporal dominance of sensations; Sensory characteristics

1. INTRODUÇÃO GERAL

A oxidação lipídica que ocorre nos produtos alimentares é uma das principais preocupações em Tecnologia de Alimentos. É responsável por odores e sabores desagradáveis nos produtos, com consequente diminuição da segurança e qualidade nutricional, causados pela formação de compostos potencialmente tóxicos. A prevenção é economicamente importante e fundamental para a proteção da saúde humana (TSAI et al., 2005).

Os antioxidantes apresentam-se como uma alternativa para prevenir a deterioração oxidativa dos alimentos e minimizar os danos oxidativos nos seres vivos. Como o emprego de antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos tem sido alvo de questionamentos quanto à inocuidade, demonstrando a possibilidade desses antioxidantes apresentarem alguma toxidez (BAUER et al., 2001), pesquisas encontram-se voltadas para a busca de compostos naturais que exibam esta propriedade funcional (MELO & GUERRA, 2002).

Preocupações com a saúde está se tornando cada vez mais importante, devido ao envelhecimento da população, nutrição inadequada e doenças relacionadas ao estilo de vida (ARAÚJO, 2017).

No entanto, os consumidores, não estão dispostos a sacrificar a qualidade sensorial dos alimentos (TUORILA & MONTELEONE, 2009). De acordo com o Brazil Food Trends 2020 (ITAL, 2010), o nicho de mercado para consumidores preocupados com a saúde atingiu 21% na sociedade brasileira e tem um forte potencial de crescimento. Contudo, produzir alimentos com um perfil nutricional equilibrado, preservando a qualidade sensorial, é um desafio.

1.1 Revisão bibliográfica

1.1.1 Hambúrguer de frango

A carne de frango vem se destacando há algum tempo no mercado brasileiro, sendo o alto rendimento dos animais e o custo relativamente baixo da carne os principais fatores que fizeram seu consumo per capita no Brasil crescer (44,63 kg/habitante/ano) ficando atrás dos EUA com 47,69 Kg/habitante/ano e a frente da Argentina, com 43,1 Kg/habitante/ano, segundo o Departamento de Agricultura dos

EUA (2017). No 1º trimestre de 2018, foram abatidas 1,48 bilhão de cabeças de frangos. Esse resultado significou aumento de 3,5% em relação ao trimestre imediatamente anterior, ainda de acordo com a ABPA (2018), as exportações brasileiras de carne de frango alcançaram 4,1 milhões de toneladas em 2018.

O hambúrguer é um dos produtos cárneos mais populares, sendo muito consumido mundialmente principalmente devido ao aumento atual do número de *fast-foods* e por serem fáceis e rápidos de preparar além de possuir preço baixo (RODRÍGUEZ-CARPENA; MORCUENDE; ESTÉVEZ, 2012). De acordo com a Instrução Normativa nº 20, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, entende-se por hambúrguer o “produto cárneo industrializado, obtidos da carne moída de animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado” (BRASIL, 2000).

No entanto, no processamento de hambúrguer de frango, devido ao maior teor de ácidos graxos insaturados presentes na gordura desta espécie, bem como às etapas de moagem, homogeneização, aumento da temperatura e contato com metais pelas quais o produto passa, favorecem o desenvolvimento da oxidação lipídica, um processo deteriorativo que leva a alterações sensoriais indesejáveis no alimento (WÓJCIAK; DOLATOWSKI, 2012.; LAGUERRE; LECOMTE; VILLENEUVE, 2007).

1.1.2 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica é, após a deterioração microbiana, um dos principais problemas relacionados à conservação de produtos cárneos (SHAH; BOSCO; MIR, 2014). Trata-se de um processo degradativo, sendo a presença do oxigênio o fator mais importante para a sua ocorrência. O oxigênio atmosférico ou dissolvido no alimento entra em contato com os ácidos graxos insaturados, promovendo uma cadeia de reações de radicais livres, que origina, ao final do processo, compostos que conferem ao alimento sabores e odores desagradáveis, característicos do ranço oxidativo, além disso, o processo favorece a oxidação de pigmentos (causando descoloração), perda de qualidade nutricional (degradação de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais) e afeta a segurança do alimento, já que levar à formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (PALMIERI;

SBLENDORIO, ; CONTINI et al., 2014), como o malonaldeído e os óxidos de colesterol.

Dentre os fatores que afetam a estabilidade oxidativa estão o teor de lipídeos insaturados, a presença de oxigênio, enzimas, metais, e ativadores, como luz e aporte energético (MIN et al., 2005). Considerando estes fatores, algumas etapas do processamento de produtos cárneos, como a moagem, responsável pelo rompimento de membranas celulares do músculo e pelo aumento de sua área superficial, facilitam a interação dos ácidos graxos insaturados com as substâncias pró-oxidantes (“Lipid oxidation and lamb meat quality”, 2013), como o oxigênio, enzimas, pigmentos heme e íons metálicos (CONTINI et al., 2014). O cozimento também acelera o processo, já que promove a desnaturação de proteínas e, consequentemente a perda da atividade de enzimas antioxidantes, além de liberar o ferro, que atua como catalisador da oxidação (MAGGIONI et al., 2008).

A decomposição dos ácidos graxos insaturados gera perda de qualidade nutricional e sensorial dos alimentos, como alteração de cor, sabor, odor, perda de vitaminas, além de afetar a segurança alimentar do produto (BYUNGROK; CORDRAY; AHN, 2010). Desta maneira a oxidação lipídica de um alimento ocasiona o que sensorialmente é caracterizado como *off flavor*, odor desagradável de ranço, típico de alimentos ricos em ácidos graxos insaturados (AMARAL; SOLVA; LANNES, 2018).

Assim, buscando controlar estas alterações, na indústria de alimentos são utilizados antioxidantes - substâncias capazes de prevenir ou retardar danos oxidativos causados por radicais livres (GUTTERIDGE; HALLIWELL, 2010). Dentre os mais utilizados em alimentos estão os antioxidantes sintéticos, como o TBHQ (ter-butil-hidroquinona), BHA (butil-hidroxianisol) e BHT (butil-hidroxitolueno) (NAVEENA et al., 2008). No entanto, devido à crescente preocupação quanto à toxicidade e doses de segurança destes compostos, juntamente com a demanda atual dos consumidores por produtos naturais e livres de aditivos, a indústria cárnea tem aumentado sua busca por ingredientes naturais, especialmente aqueles obtidos de plantas.

1.1.3 Antioxidante

Os antioxidantes podem ser definidos como qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a um substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação desse substrato de maneira eficaz (AUS et al., 2001; HANDELMAN, 2001). Desta maneira, os antioxidantes presentes nos alimentos têm como principal função prevenir a oxidação dos lipídios, ou seja, o antioxidante sequestra o radical livre ou impede que os mesmos sejam formados e, como consequência, evita a rancificação do alimento e a geração do “*off flavor*” (MERTZ et al, 2009; ARAUJO, 2011). Um dos principais fatores que interferem na oxidação é a presença de ácidos graxos insaturados e oxigênio. Assim, o antioxidante, ao reagir com um radical livre, oxida-se ao ceder um elétron, convertendo-se a um radical fraco, praticamente inerente (ARAUJO, 2011).

Os antioxidantes comumente utilizados em alimentos podem ser tanto de origem sintética como natural, sendo que os sintéticos contêm compostos fenólicos com substitutos alquila, enquanto que os naturais podem ser diversos compostos como, compostos fenólicos, quinonas e lactonas (MARTÍNEZ- TOMÉ et al, 2001).

Uma vez que os consumidores vêm apresentando rejeição pelo uso de antioxidantes sintéticos, há um crescente interesse na obtenção de substâncias antioxidantes provenientes de produtos naturais. Além disso, alguns produtos naturais (como extrato de gengibre, pimenta rosa e de outros temperos) apresentaram, *in vitro*, maior atividade antioxidante que os produtos sintéticos (PAREJO et al., 2002; MURCIA et al., 2004).

O uso de antioxidantes em alimentos é controlado pelas legislações de cada país ou por padrões internacionais. No Brasil o uso de antioxidante é controlado pelo Ministério da Saúde, que limita a quantidade em 0,01g/ 100g de carne / produto cárneo para BHA, BHT e PG (BRASIL, 1998).

1.1.4 Pimenta rosa

Conhecida como pimenta-rosa, a *Schinus terebinthifolius* Raddi, é a espécie mais abundante do gênero *Schinus*, nativo da América do Sul. Também conhecida como aroeira-vermelha e aroeira-pimenteira (LORENZI; MATOS, 2008), é amplamente distribuída pelo Brasil (desde o nordeste até o sul do país),

apresentando seus frutos com formato globular, coloração vermelha quando maduros, pungente, além de serem aromáticos e adocicados (BERGASMASCHI, 2016). Estudos sobre frutas e folhas de pimenta rosa são limitados. No entanto, caracterização química, antioxidante (ULIANA et al., 2016) e microbiológica foram realizados sobre óleos essenciais (GOIS et al., 2016) antioxidantes e antimicrobianos (AUMEERUDDY-ELALFI, GURIB-FAKIM, & MAHOMOODALLY, 2015) são relatados.

Apesar do consumo crescente deste fruto desidratado como condimento na culinária e de seu uso há tempos na medicina popular como anti-inflamatório, analgésico, depurativo, e para tratar doenças do sistema urinário e respiratório (CAVALHER-MACHADO et al., 2008), recentemente estudos científicos têm se dedicado a identificar e quantificar seus compostos químicos, bem como avaliar suas atividades biológicas. Dentre os estudos realizados com a pimenta-rosa (folhas, frutos), já foram demonstradas propriedades antibacterianas (ENNIGROU et al., 2017), anti-inflamatórias (ROSAS et al., 2015), cicatrizantes (LUCENA, 2006), antifúngicas (BRAGA et al., 2007), e antioxidantes (BIAZOTO, 2014; SERRANO-LEON, 2015; BERGAMASCHI, 2016). De acordo com a pesquisa de Biazoto (2014), que avaliou diferentes tipos de pimenta (rosa, branca, verde e preta), a rosa se destacou quanto ao teor de fenólicos e atividade antioxidante. Resultado semelhante foi reportado por Bergamaschi (2016), que estudou a pimenta rosa e do reino, e verificou maior potencial antioxidante para a rosa, sendo esta decorrente da presença de compostos fenólicos, como a catequina, ácido *p*-cumárico, miricetina e epicatequina.

Apesar de outros trabalhos já terem demonstrado a atividade antioxidante desta matéria-prima, são pouquíssimos os estudos que avaliaram a aplicação da pimenta rosa como antioxidante natural em alimentos, o que justifica a realização de pesquisas para futuras aplicações industriais, sendo então um nicho importante a ser explorado. É importante ressaltar também que nesses estudos de aplicação, como se trata de reformulação de alimentos, a análise sensorial torna-se etapa imprescindível para avaliar o impacto desta modificação no produto, bem como a preferência e intenção de compra dos consumidores.

1.1.5 Embalagem

Considerando que o oxigênio (O_2) é o componente mais comum e essencial para o progresso da oxidação lipídica, a embalagem que reduz ou limita a exposição ao oxigênio é uma boa estratégia para prevenir e retardar a oxidação (XIAO et al., 2011).

Carne embalada a vácuo refere-se à carne colocada em uma embalagem de filme plástico com baixa permeabilidade ao oxigênio, na qual o ar é removido antes da vedação. Durante a aplicação a vácuo, a embalagem encolhe, garantindo um contato estreito com a carne. Quando a carne é embalada em filmes de baixa permeabilidade, deixando pouco espaço para o acúmulo de qualquer exsudato de fluido, o O_2 residual restante na embalagem será rapidamente convertido em dióxido de carbono pela atividade respiratória da carne (MILLS et al., 2014).

1.1.6 Dominância temporal de sensações (TDS)

A dominância temporal de sensações é um método sensorial dinâmico desenvolvido em 1999, na França, que consiste na avaliação das amostras ao longo do tempo, até que as sensações percebidas pelo provador terminem. Este método, inclusive, já mostrou resultados semelhantes aos obtidos com o uso da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (LABBE et al., 2009), apresentando-se, então, como uma análise confiável e uma ferramenta importante para caracterizar as percepções sensoriais dinâmicas dos alimentos.

Por este motivo, o TDS tem sido muito utilizado para caracterizar diferentes alimentos, como iogurte (BRUZZONE; ARES; GIMÉNEZ, 2013), peixe (ALBERT et al., 2012), queijo mussarela (RODRIGUES et al., 2014), entre outros. As aplicações desta metodologia em carnes e produtos cárneos ainda são limitadas, e as já realizadas estão resumidas na tabela 1.

Para a análise TDS, inicialmente o avaliador é apresentado a uma série de atributos na tela de um computador, sendo então convidado a selecionar aquele que se apresenta como dominante num determinado momento da degustação (Figura 1A). O conceito de atributo dominante - aquele que atrai a maior atenção do provador em determinado momento, não sendo necessariamente o mais intenso (PINEAU; SCHILCH, 2015) - deve ser bem definido anteriormente com a equipe de

provadores. Caso o indivíduo considere que houve mudança de atributo dominante, é necessário marcar um novo atributo e assim consecutivamente, até a finalização do teste. Os provadores também estão livres para escolher o mesmo atributo várias vezes. Devido à dificuldade de avaliação de muitos atributos simultaneamente pelos provadores, é possível obter informações de, no máximo, 10 atributos diferentes (PINNEAU et al., 2009).

Tabela 1. Estudos com o uso da TDS em produtos cárneos

Autores	Título	Objetivo	Resultados	Conclusão
Paulsen et al. (2014)	Efeito da substituição de NaCl sobre as propriedades sensoriais de salsichas: Aspectos temporais.	Determinar os efeitos de diferentes substitutos de sódio na percepção sensorial de salsichas utilizando TDS para explorar a percepção temporal e a Análise Descritiva Genérica.	Suavidade, sabor salgado e sabor de especiarias foram encontrados em todas as amostras, já o sabor de carne, sabor defumado, suculência e consistência pastosa foram encontrados onde. O controle foi o único que demonstrou a dominância do atributo suculência, indicando a possível perda de suculência das salsichas com substitutos de sódio.	A combinação de TDS e ADG forneceu uma percepção sensorial mais ampla referente a produtos com reduzido teor de sódio. Através de TDS observou-se diferenças na percepção dinâmica das salsichas.
Braghieri et al. (2016)	Efeito da adição de conservantes sobre o perfil sensorial e dinâmico de embutidos secos Lucanian, avaliados por análise quantitativa descritiva e dominância temporal de sensações.	Avaliar o efeito da adição de conservantes sobre as propriedades de embutido seco Lucanian usando o método a TDS e a ADQ.	Na ADQ a percepção de oleosidade durante a mastigação tendeu a ser maior em embutidos sem conservantes enquanto que no método TDS a percepção deste atributo aumentou durante avaliação e se tornou dominante para a maioria dos produtos com conservantes.	Tanto a ADQ como a TDS deram resultados semelhantes. A TDS provou ser uma ferramenta eficaz para a detecção de diferenças sutis entre os embutidos.
Ma et al. (2016)	Efeito dos pré-tratamentos refrigeração e congelamento no perfil volátil e atributos sensoriais de carnes de cordeiro cozido.	Avaliar os efeitos da refrigeração, congelamento, antes do processamento CEP (campo eletro pulsado) sobre as características sensoriais de carnes de cordeiro cozido.	O sabor de carne e o sabor oxidado durante a degustação foi influenciado pelo tratamento com CEP e pelo armazenamento. Amostras tratadas com CEP foram associadas aos atributos dourado, suculento, sabor de fígado e sabor característico.	As condições de uso do CEP e dos pré-tratamentos devem ser considerados ao determinar o efeito da aplicação de CEP no sabor da carne.

Lorido et al. (2016)	Relatando as propriedades sensoriais de presunto cru utilizando uma nova linguagem: Tempo Intensidade e Dominância Temporal de Sensações.	Aplicar TDS em comparação ao método TI em presuntos crus com diferentes teores de sódio e tipos de produção.	Foram observadas diferenças na percepção dos atributos de sabor e textura de acordo com os diferentes teores de sal. Em relação ao sistema de criação as respostas apontaram principalmente para os atributos sabor salgado, sabor curado e suculência.	É possível reduzir o teor de sal sem reduzir a qualidade sensorial dos presuntos crus e a análise de TDS demonstrou resultados mais relevantes quanto as diferenças temporais dos produtos.

Fonte: Elaboração própria

Os resultados do método são representados por meio de gráficos bidimensionais, nos quais cada produto avaliado produz uma curva de dominância ao longo do tempo. Essas curvas fornecem informações sobre a sequência de sensações dominantes e são acompanhadas por duas linhas tracejadas, como mostrado na Figura 1B: a primeira, chamada de “nível de acaso”, representa a chance de um atributo dominante ter sido escolhido ao acaso; enquanto que a segunda faz referência ao “nível de significância”, representando o valor mínimo para um atributo ser considerado significativamente dominante (PINNEAU et., 2009).

A

B

Figura 1. A: Interface usada pelos provedores. B: Curva característica do método TDS

1.2 Objetivos

Objetivo geral

Avaliar o efeito da substituição de antioxidante sintético por antioxidante natural nas propriedades físicas, químicas e sensoriais de hambúrguer de frango.

Objetivos específicos

1. Avaliar o efeito da incorporação de extrato de pimenta rosa e do tipo de embalagem utilizada sobre as características físico-químicas e estabilidade oxidativa de hambúrgueres de frango durante sete dias de armazenamento a 2 °C.

2. Estudar a dominância temporal de sensações de hambúrguer de frango devido à adição de extrato antioxidante, tipos de embalagem utilizada e o tempo de armazenamento.
3. Compreender a temporalidade sensorial e hedônica durante o consumo de hambúrguer de frango adicionado de extrato de pimenta rosa.

Referências

AMARAL, A. B.; SOLVA, M. V. Da; LANNES, S. C. D. S. Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors - a review. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 1–15, 1 dez. 2018.

ALBERT, A.; SALVADOR, A.; SCHLICH, P.; FISZMAN, S. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 111-118, 2012.

ARAÚJO, B. S. **Processamento e caracterização física e química de hambúrgueres formulados com pectina do maracujá amarelo** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 2007
<http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/05/BRENDA-SOUZA-DE-ARA%C3%9AJO.pdf>. Acesso 26 Nov 2019.

ARAUJO, J.M.A. **Química de Alimentos: teoria a prática** 5 ed Viçosa: UFV- MG, p.601, 2011

AUMEERUDDY-ELALFI, Z.; GURIB-FAKIM, A.; MAHOMOODALLY, F. Antimicrobial, antibiotic potentiating activity and phytochemical profile of essential oils from exotic and endemic medicinal plants of Mauritius, **Industrial Crops and Products**, 71, p. 197-204, 2015.

AUST, O.; SIES, H.; STAHL, W.; POLIDORI, M.C. Analysis of lipophilic antioxidants in human serum and tissues: tocopherols and carotenoids. **J Chromatogr.** n. 936 p.83-93, 2001.

BAUER, A.K. et al. The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT), causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/cByJ mice but not in promotion-resistant CxB4 mice. **Toxicology**, v.169, n.1, p.1-15, 2001.

BERGAMASCHI, K. B. **Extração, determinação da composição fenólica e avaliação do potencial de desativação de espécies reativas de oxigênio e da atividade anti-inflamatória de resíduos de amendoim, pimenta-rosa e pimenta-do-reino**. 2016. 97 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

- BLAZOTO, F. O. **Atividade antioxidante, anticolinesterásica e perfil metabólico de diferentes tipos de pimentas: implicações na doença de Alzheimer**. 2014. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- BRAGA, F. G.; BOUZADA, M. L. M.; FARBI, R. L.; MATOS, M. O.; FRANCIS, O. M.; SCIO, E.; COIMBRA, E.S. Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 111, n. 2, p. 396-402, 2007.
- BRAGHIERI, A.; PIAZZOLLA, N.; GALGANO, F.; CONDELLI, N.; DE ROSA, G.; NAPOLITANO, F. Effect of preservative addition on sensory and dynamic profile of Lucanian dry-sausages as assessed by quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations. **Meat Science**, v. 122, p. 68-75, 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 1.004, de 11 de dezembro de 1998**: Atribuição de função de aditivos e seus limite máximo de uso para a categoria 8- Carne de produtos Cárneos, Brasília, 1998
- BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Temporal aspects of yoghurt texture perception. **International Dairy Journal**, Barking, v. 29, n. 2, p. 124-134, 2013.
- BYUNGROK, M. I. N.; CORDRAY, J. C.; AHN, D. U. K. Effect of NaCl, Myoglobin, Fe(II), and Fe(III) on lipid oxidation of raw and cooked chicken breast and beef loin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 1, p. 600–605, 2010.
- CAVALHER-MACHADO, S.C.; ROSAS, E.C.; BRITO, F.A.; HERINGE, A.P.; OLIVEIRA, R.R.; KAPLAN, M.A.; FIGUEIREDO, M.R.; HENRIQUES, M.G. The anti-allergic activity of the acetate fraction of *Schinus terebinthifolius* leaves in IgE induced mice paw edema and pleurisy. **International Immunopharmacology**, v. 8, n. 11, p. 1552-1560, 2008.
- CONTINI, C. et al. Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1171–1176, 2014.
- ENNIGROU, A.; CASABIANCA, H.; LAARIF, A.; HANCHI, B.; JOSNI, K. Maturation-related changes in phytochemicals and biological activities of the Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) fruits. **South African Journal of Botany**, v. 108, p. 407-415, 2017.
- GOIS, F.D. ; CAIRO, P.L.G.; CANTARELLI, V.D.S L.C.D.B. COSTA, C.D.B.; FONTANA, R.; ALLAMAN, I.B. Effect of Brazilian red pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil on performance, diarrhea and gut health of weanling pigs. **Livestock Science**, 183, pp. 24-27, 2016.
- GUTTERIDGE, J. M. C.; HALLIWELL, B. Antioxidants: Molecules, medicines, and myths. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 393, p. 561-564, 2010.
- HANDELMAN, G. J. The evolving role of carotenoids in human biochemistry. **Nutrition**; v.17 p. 818-22, 2001.

ITAL Instituto de Tecnologia de Alimentos. (2010). **Brasil food trends 2020**
<http://www.brasilfoodtrends.com.br>. Accessed 9 Nov 2018.

LABBE, D.; SCHLICH, P.; PINEAU, N.; GILBERT, F.; MARTIN, N. Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study". **Food Quality and Preference**, v. 20, n.3, p. 216–221, 2009.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, 2007 .

Lipid oxidation and lamb meat quality. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 1, 2013.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Instituto Plantarum, p.560, 2008.

LORIDO, L.; HORT, J.; ESTÉVEZ, M.; VENTANAS, S. Reporting the sensory properties of dry-cured ham using a new language: Time intensity (TI) and temporal dominance of sensations (TDS). **Meat Science**, v. 121, p. 166-174, 2016.

LUCENA, P.L.H.; RIBAS-FILHO, J.M.; NASCIMENTO, M.M.; CZECZKO, N.G.; DIETZ, U.A.; CORREA-NETO, M.A.; HENRIQUES, G.S.; SANTOS, O.J.; CESCHIN, A.P.; THIELE, E.S. Avaliação da ação da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) na cicatrização de feridas cirúrgicas em bexiga de ratos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 46-51, 2006.

MA, Q.; HAMID, N.; OEY, I.; KANTONO, K.; FARIDNIA, F.; YOO, M.; FAROUK, M. Effect of chilled and freezing pre-treatments prior to pulsed electric field processing on volatile profile and sensory attributes of cooked lamb meats. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 37, p. 359-374, 2016.

MAGGIONI, D.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; ZAWADSKI, F.; ITO, R.H.; PRADO, I.N. Fatores que Afetam a Estabilidade da Carne. Artigo Técnico. **Revista Nacional da Carne**, n. 374, 2008.

MARTÍNEZ-TOMÉ, M.; JIMÉNEZ, A. M.; RUGGIERI, S.; FREGA, N.; STRABBIOL. R.; MURCIA, M. A. Antioxidant properties of mediterranean spices compared with common food additives. **Journal of Food**, v.64, p. 1412-1419, 2001

MELO, E.A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologias de Alimentos**, v.36, n.1, p.1-11, 2002

MERTZ, C.; GANCEL, A-L.; GUNATA, Z.; ALTER, P.; DHUIQUE- MAYER, C.; VAILLANT, F.; PEREZ, A.M.; RUALUES, J., BRAT, P. Phenolic Compounds, carotenoides and antioxidante activity of three tropical fruits. **Journal of Food Compisition and Analysis**, v. 22, p. 381- 387, 2009

MILLS, J., DONNISON, A., & BRIGHTWELL, G. Factors affecting microbial spoilage and shelf-life of chilled vacuum-packed lamb transported to distant markets: a review. **Meat Science**, 98(1), p.71-80, 2014

MIN, B. et al. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products-a review antioxidant potentials in corn distiller's grains from fuel ethanol production and the improvement of their bioavailability by alkali treatment **View project Meat quality and irradiation** [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<https://www.researchgate.net/publication/228577245>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

MURCIA, M. A. et al. Antioxidant Evaluation in Dessert Spices Compared with Common Food Additives. Influence of Irradiation Procedure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 7, p. 1872–1881, 2004.

NAVEENA, B. M.; SEN, A. R.; VAITHIYANATHAN, S.; BABJI, Y.; KONDAIAH, N. Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. **Meat Science**, v. 80, n. 4, p. 1304-1308, 2008.

PALMIERI, B.; SBLENDORIO, V. T. **Oxidative stress tests: Overview on reliability and use-Part I**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<https://www.researchgate.net/publication/5773498>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

PAULSEN, M. T.; NYS, A.; KVARBERG, R.; HERSLETH, M. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. **Meat Science**, v. 98, p. 164–170, 2014.

PAREJO, I. et al. Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled mediterranean herbs and aromatic plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 23, p. 6882–6890, 2002.

Recovery of antioxidants from *Myrmecodia pendans* and identification of its major constituent compounds. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, 2013.

PINEAU, N.; SCHILCH, P. Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique. In: DELARUE, J.; LAWLOR, B.; ROGEAUX, M. (Eds.). **Rapid Sensory Profiling Techniques**. p.269-306, Woodhead Publishing, 2015.

PINEAU, N.; SCHLICH, P.; CORDELLE, S.; MATHONNIÈRE, C.; ISSANCHOU, S.; IMBERT, A.; ROGEAUX, M.; ETIÉVANT, P.; KÖSTER, E. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 6, p. 450-455, 2009.

RODRIGUES, J. F.; SOUZA, V. R.; LIMA, R. R.; CARNEIRO, J. D. D. S.; NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 54, p. 51-57, 2016.

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.

ROSAS, E.C.; CORREA, L.B.; PÁDUA, T.A.; COSTA, T.E.M.M.; MAZZEI, J.L.; HERINGER, A.P.; BIZARRO, C.A.; KAPLAN, M.A.C.; FIGUEIREDO, M.R.; HENRIQUES, M.G. Anti-inflammatory effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi hydroalcoholic extract on neutrophil migration in zymosan-induced arthritis. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 175, p. 490-498, 2015.

SERRANO-LEÓN, J. S.; BERGAMASCHI, K. B.; YOSHIDA, M. P.; SALDAÑA, E.; SELANI, M. M.; RIOS-MERA, J. D.; ALENCAR, S. M.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Chitosan active films containing agro-industrial residue extracts for shelf life extension of chicken restructured product. **Food Research International**; v. 108, p. 93- 100, 2018

SHAH, M. A.; BOSCO, S. J. D.; MIR, S. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, Elsevier BV, , 2014.

WÓJCIAK K.M., DOLATOWSKI Z.J. Oxidative stability of fermented meat products. **Acta Sci.Pol. Technol. Aliment.** v.11 (2), p.99-109, 2012. Disponível em: <<https://www.food.actapol.net/volume11/issue2/abstract-1.html>>. Acesso em: 7 nov. 2019.

TOURILA,H.,& MONTELEONE, E. Sensory food science in the changing society: Opportunities, needs, and challengs. **Trends in food Science and Technology**, v. 20(2), p. 54-62, 2009

TSAI, T.H.; TSAI, P.J.; SU, S.C. Antioxidant and anti-flammatory activities of several commonly used spices. **Journal of Food Science**, v.70, n.1, p.93-7, 2005.

ULIANA,M.P.; FRONZA,M.; SILVA, A.G.D.; VARGAS,T.S.; ANDRADE,T.U.D.; SCHERER, R. Composition and biological activity of Brazilian rose pepper (*Schinus terebinthifolius*Raddi) leaves. **Industrial Crops and Products**, 83, p. 235-240, 2016.

XIAO, S., ZHANG, W. G., LEE, E. J., MA, C. W., & AHN, D. U. Effects of diet, packaging, and irradiation on protein oxidation, lipid oxidation, and color of raw broiler thigh meat during refrigerated storage. **Poultry Science**, 90(6), p.1348-1357, 2011

2 ESTABILIDADE OXIDATIVA E PERFIL SENSORIAL DINÂMICO DE HAMBÚRGUER DE FRANGO COM EXTRATO DE PIMENTA ROSA COMO ANTIOXIDANTE NATURAL USANDO DOMINÂNCIA TEMPORAL DE SENSações

Capítulo publicado na LWT- Food Science and Technology

Resumo

Este estudo teve como objetivo elucidar o efeito do extrato de pimenta rosa e diferentes tipos de embalagens nas características físico-químicas, estabilidade oxidativa e percepção sensorial dinâmica do hambúrguer de frango. O extrato de pimenta rosa foi incorporado nos hambúrgueres de frango, que foram armazenados em condições aeróbica e a vácuo por sete dias a 2 ° C. Também foram analisadas uma formulação com antioxidante sintético (hidroxitolueno butilado - BHT) e um controle (sem antioxidantes). O extrato de pimenta rosa foi tão eficaz quanto o BHT para retardar a oxidação lipídica do hambúrguer de frango após 7 dias de refrigeração. A embalagem a vácuo foi eficaz na prevenção da oxidação da mioglobina, evitando a descoloração da amostra durante o armazenamento. Hambúrgueres produzidos com extrato de pimenta rosa armazenados em embalagem a vácuo apresentaram propriedades sensoriais semelhantes às fabricadas com antioxidante sintético.

Palavras-chave: Antioxidantes naturais; Produtos de frango; Oxidação lipídica; Dominância temporal de sensações; *Schinus terebinthifolius* Raddi

Abstract

This study aimed to elucidate the effect of pink pepper extract and different types of packaging on the physicochemical characteristics, oxidative stability and dynamic sensory perception of chicken burger. Pink pepper extract was incorporated into chicken burgers, which were stored in aerobic and vacuum packaging for 7 days at 2 °C. A formulation with synthetic antioxidant (butylated hydroxytoluene - BHT) and a control (without antioxidants) was also analyzed. Pink pepper extract was as effective as BHT to delay the lipid oxidation of chicken burger after 7 days of refrigeration. Vacuum packaging was effective in preventing myoglobin oxidation, avoiding sample discoloration during storage. Burgers manufactured with pink pepper extract stored under vacuum packaging showed sensory properties similar to those manufactured with synthetic antioxidant.

Keywords: Natural antioxidants; Chicken products; Lipid oxidation; Temporal dominance of sensations; *Schinus terebinthifolius* Raddi

2.1 Introdução

A presença de gorduras poliinsaturadas nos produtos cárneos, bem como algumas operações unitárias (por exemplo, redução de tamanho, cozimento e adição de sal) promovem a quebra do balanço oxidativo na matriz alimentar, tornando-os

suscetíveis à oxidação lipídica. Para controlar esse processo deteriorativo em produtos à base de carne, o uso de antioxidantes naturais e a embalagem a vácuo tem sido avaliados e estudados pela indústria e pela academia como métodos alternativos (Packer et al., 2015, Devatkal et al., 2014).

A pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) tem sido relatada por possuir importantes compostos bioativos, como ácido ascórbico, compostos fenólicos e carotenóides (Pagani et al., 2014). Devido à sua composição, a incorporação desses compostos pode representar uma alternativa adequada como antioxidante natural nos alimentos. No entanto, poucos estudos avaliaram a aplicação de pimenta rosa em produtos à base de carne. Um filme de quitosana ativo com extrato de resíduo de pimenta rosa foi estudado para a embalagem de produtos de frango reestruturados (Serrano-León et al., 2018) e filetes de salmão (Merlo et al., 2019a), mostrando resultados importantes no atraso da oxidação lipídica. No entanto, em ambos os estudos, a percepção sensorial temporal dos consumidores desses produtos não foi abordada.

No contexto para avaliar as mudanças na intensidade de um atributo sensorial durante um determinado período de tempo, a metodologia Tempo-Intensidade (TI) foi usada. Entretanto, como qualquer outro método sensorial, a TI tem limitações, como os longos períodos de treinamento e a avaliação de um atributo sensorial de cada vez, o que não reflete a multidimensionalidade da percepção. Considerando essas desvantagens, um novo método de "múltiplos atributos", chamado Dominância Temporal de Sensações (TDS), foi desenvolvido para avaliar a sequência de atributos sensoriais dominantes de um produto em um determinado período de tempo (Pineau et al., 2009). O TDS já foi utilizado para caracterizar vinho (Galmarini et al., 2017), chocolate (Rodrigues et al., 2016) e bacon defumado (Saldaña et al., 2019). Embora o TDS possa ser realizado por consumidores (Albert et al., 2012), não há aplicações no hambúrguer de frango. Portanto, este estudo teve como objetivo investigar o efeito do extrato de pimenta rosa e diferentes tipos de embalagem na estabilidade oxidativa, cor, pH e percepção sensorial temporal e hedônica de hambúrguer de frango.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Extrato de Pimenta Rosa

2.2.1.1 Preparação da Matéria Prima

A pimenta rosa (*Shinus terenbithifolius* Raddi) fresca foi obtida no comércio local (São Paulo, SP, Brasil), moída em um moinho de facas e armazenada por seis meses a -18 °C em uma embalagem escura a vácuo até a análise.

Preparação do extrato

As amostras (5 g) foram adicionadas a 50 mL de 80% de etanol-água (v / v), mantidas em banho-maria (20 min, 90 ° C) e depois em banho ultrassônico (15 min, em temperatura ambiente). A mistura foi centrifugada (15 min, 5000 g), filtrada (papel de filtro qualitativo) e o sobrenadante (extrato etanólico de pimenta rosa) foi coletado para a análise do conteúdo fenólico total e da atividade antioxidante. Para aplicação tecnológica adicional, os extratos etanólicos foram concentrados em um evaporador rotativo a vácuo a 50 ° C até o solvente ser removido e depois dissolvido em água até o volume de 12 mL.

2.2.2.1.2 Conteúdo fenólico total (CFT)

O CFT foi determinado em triplicata, conforme descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE) / mL de extrato. Inicialmente 0,5 mL do extrato foi adicionado a 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu em tubos de ensaio e ,após 3 minutos, 2 mL de Na₂CO₃ (4% m/v) foram adicionados. Após isto, os tubos foram deixados em repouso por 2 horas a temperatura ambiente e protegidos da luz. Mediu-se a absorbância da solução a 740 nm. Ácido gálico foi utilizado como padrão e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE)/mL de extrato. Realizou-se a quantificação do teor de compostos fenólicos para caracterizar o extrato etanólico e para determinar o volume de extrato a ser adicionado na carne.

2.2.2.1.3 Atividade antioxidante (AA)

A atividade antioxidante do extrato de pimenta rosa pelo método DPPH foi determinada através do método descrito por Al-Duais et al. (2009). A mistura de reação constituiu-se de 66 µL de extrato ou padrão e 134 µL do radical DPPH (150 mM em etanol PA), a qual foi incubada por 45 minutos ao abrigo da luz. Mediu-se a absorbância da solução final a 517 nm em uma leitora de microplacas e a atividade

antioxidante foi reportada como μmol de Trolox/g amostra, baseada em uma curva de calibração utilizando Trolox como padrão.

Já a atividade antioxidante pelo método ABTS foi determinada conforme o descrito por Al-Duais et al. (2009). Extrato ou padrão (20 μL) foram adicionados de 220 μL da solução de ABTS (preparada previamente com 5 mL de solução aquosa de ABTS 7 mM e 88 μL de solução aquosa de persulfato de potássio 140 mM, seguida de descanso de 16 horas e posterior diluição com tampão fosfato de potássio 75 mM, pH 7,4 até chegar a absorbância de $0,7 \pm 0,01$). Após 6 minutos de reação, mediu-se a absorbância da solução final a 730 nm, em uma leitora de microplacas, e a atividade antioxidante foi reportada em μmol de Trolox/g amostra, baseada em uma curva de calibração utilizando Trolox como padrão.

2.2.3 Hambúrguer de Frango

2.2.3.1 Fabricação

Coxas e sobrecoxas de frango desossadas e sem pele foram obtidas de um matadouro local (Rio Claro, SP, Brasil) e transportadas em caixas térmicas preenchidas com gelo para a planta de processamento da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Brasil. A carne foi moída em um moedor de carne (disco de 0,8 cm de diâmetro) e dividida em três partes, destinadas a três formulações diferentes: 1) PP: adição do volume de extrato de pimenta rosa equivalente a 90 mg de AGE / kg de carne; 2) BHT: adição de 90 mg de BHT / kg de carne; e 3) C: controle, sem antioxidantes.

A concentração do extrato de pimenta rosa foi baseada em um estudo de Serrano-León et al. (2018). A mesma concentração de BHT (dissolvido em óleo de soja sem antioxidante) foi utilizada para o controle. Água (no mesmo volume de extrato de pimenta rosa) e óleo de soja (no mesmo volume usado para dissolver o BHT) foram adicionados às outras formulações para padronização. Cloreto de sódio (1%), glutamato monossódico (0,2%), cebola em pó (2%) e alho em pó (0,2%) foram adicionados em todas as amostras (p / p). Cada formulação foi homogeneizada em misturadeira de carne por 5 min e, em seguida, porções de 100 g foram modeladas manualmente (10 cm de diâmetro e 1 cm de espessura). Os hambúrgueres foram embalados em embalagem aeróbica (bandeja de poliestireno envolvida com filme de cloreto de polivinil (PVC)) e sacos de vácuo (Cryovac BB2620, taxa de

permeabilidade ao oxigênio: $25 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 \text{ 24 h}$ a 23°C / 0% de umidade relativa (UR) e taxa de permeabilidade ao vapor de água: $9 \text{ g H}_2\text{O} / \text{m}^2 \text{ 24 h}$ a 38°C / 90% RH)

Considerando três formulações e dois tipos de embalagem, seis tratamentos foram elaborados: hambúrgueres com extrato de pimenta rosa embalados em condições aeróbias (PP_PVC) ou a vácuo (PP_V); hambúrgueres fabricados com BHT, embalados em condições aeróbias (BHT_PVC) ou a vácuo (BHT_V); e o controle, hambúrgueres embalados em condições de vácuo (C_V) ou aeróbias (C_PVC). As amostras foram armazenadas a 2°C com incidência de luz branca (lâmpada fluorescente, fluxo de luz de 800 lm) por sete dias consecutivos.

2.2.4 Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Os níveis de TBARS foram determinados em triplicata, conforme descrito por AOCS (Cd 19-90, 1990), com modificações. Cada amostra (7g) foi adicionada a 0,015g de ácido etilenodiamina tetra-acético, 0,015g de galato de propil e 15mL de uma solução de ácido tricloroacético a 7,5%. A solução foi submetida à homogeneização em agitador tipo vortex (1800 rpm, 1 min) e foram adicionados 15mL de uma solução de ácido tricloroacético a 7,5%. A mistura foi filtrada (papel de filtro qualitativo) e 2,5mL do filtrado foram adicionados a 2,5mL de uma solução aquosa de ácido tiobarbitúrico (TBA) a 46mmol / L. As amostras foram incubadas em banho-maria com água fervente (aproximadamente 97°C , 35 min) e depois resfriadas em banho de gelo. A absorvância foi medida em um espectrofotômetro a 532nm. Os valores de TBARS foram calculados a partir de uma curva padrão de 1,1,3,3 tetraetoxipropano e expressos em mg de malonaldeído (MDA) / kg de amostra. As análises foram realizadas nos dias 1, 3, 5 e 7 de armazenamento.

2.2.5 Cor e pH

A cor foi determinada usando um colorímetro CR-400 Minolta com uma área de medição de 8mm de diâmetro, ângulo de observação de 10° e iluminante D65. Determinaram-se a luminosidade (L^*), a vermelhidão (a^*) e o amarelo (b^*). O pH foi determinado utilizando um potenciômetro com compensação automática de temperatura (Oakton pH300, 35.618) e eletrodo de penetração de vidro (Digimed). A cor e o pH foram realizadas em três amostras de cada tratamento, em triplicata, nos dias 1, 3, 5 e 7 de armazenamento.

2.2.6 Análise sensorial

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana da ESALQ / USP (CAAE 2.235.735).

2.2.6.1 Análises microbiológicas

Para garantir a segurança dos consumidores, a determinação de coliformes termotolerantes, estafilococos coagulase-positivos e clostrídios redutores de sulfitos e avaliação da presença ou ausência de *Salmonella* foram realizadas de acordo com as metodologias descritas no Compêndio de Métodos para o Exame Microbiológico de Alimentos (APHA, 2001). As análises foram realizadas antes da aplicação dos testes sensoriais para comprovar a segurança do produto para consumo, de acordo com a RDC nº 12, de 12 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

2.2.6.2 Equipe sensorial

Oitenta e sete consumidores regulares de hambúrguer de frango (idade entre 18 e 52 anos, 53% do sexo feminino) foram recrutados na ESALQ-USP. Os participantes declararam ter uma frequência de consumo de hambúrguer pelo menos uma vez por mês, além de serem saudáveis, não fumantes e maiores de 18 anos.

2.2.6.3 Procedimento

As amostras foram cozidas em uma chapa elétrica até a temperatura interna atingir 75°C, cortadas em cubos de 10g e servidas monadicamente em pratos plásticos descartáveis codificados com números aleatórios de 3 dígitos, seguindo um delineamento balanceado.

Primeiramente, foi realizada uma familiarização de 30 minutos em uma única sessão, com uma introdução ao método TDS e definição da sensação dominante (a sensação que chama a atenção em um determinado momento, não sendo necessariamente a mais intensa) (Pineau et al., 2009). Em seguida, hambúrgueres de frango (ao 1 e 7 dias de armazenamento) foram caracterizados por TDS. A coleta de dados foi realizada usando o *software* Compusense Cloud (Compusense Inc., Guelph, Ontário, Canadá) e *tablets* (Samsung Tab E / SM-T560 / 9.6).

2.2.6.4 Dominância temporal de sensações

A lista de atributos foi definida com base em estudos de Serrano-León, 2015 e Rios-Mera et al., 2019 e pré-testes com provadores treinados. Para cada consumidor, os atributos foram apresentados de forma balanceada. No entanto, para o mesmo consumidor, os atributos foram apresentados na mesma ordem para todas as amostras. Para iniciar o teste, os participantes foram instruídos a clicar no botão "*start*" quando a amostra estava na boca.

Durante a mastigação das amostras de hambúrguer de frango, a seleção dos atributos dominantes foi registrada. As avaliações não tinham limite de tempo, ou seja, os consumidores estavam livres para clicar no botão "*stop*" quando não notavam mais nenhuma sensação dominante. Os consumidores não foram obrigados a usar todos os termos da lista de atributos e um atributo pode ser selecionado mais de uma vez durante o teste. Água e biscoitos foram fornecidos para limpar o palato entre as amostras. Após a ingestão da amostra, solicitou-se aos consumidores que avaliassem o aceitação global, usando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de "desgostei extremamente" (1) a "gostei extremamente" (9).

2.2.7 Análise de dados

As formulações de hambúrgueres foram preparados seguindo um delineamento em blocos casualizados (dois processos independentes), com arranjo fatorial 3 x 2 x 4, considerando como fatores os tratamentos, tipo de embalagem e tempo de armazenamento. Para as análises físico-químicas, os resultados foram submetidos à análise de variâncias (ANOVA) com significância de 5%, considerando o tempo de tratamento, embalagem e armazenamento e suas interações como fontes de variação. As comparações pareadas foram realizadas pelo teste de Tukey, utilizando o *software* R, versão 3.5.1.

Para os resultados do TDS, as taxas de dominância considerando o tempo padronizado foram calculadas e plotadas por bandplot por atributo (Merlo et al., 2019b; Galmarini et al., 2017). A duração padronizada dos atributos dominantes foi calculada (Galmarini et al., 2017) e submetida à ANOVA (amostras e consumidores, como fatores), seguida pelo teste de Tukey. Uma representação multidimensional da duração padronizada das sensações dominantes foi obtida através da Análise de

Variáveis Canônicas (CVA) (Peltier, Visalli & Schlich, 2015). Os dados sensoriais foram analisados usando o software TimeSens © (INRA, Dijon, França).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Conteúdo fenólico total e atividade antioxidante

O conteúdo fenólico total do extrato de pimenta rosa foi de 12,17mg de AGE / g. Merlo et al. (2019a) e Serrano-León et al. (2018) relataram valores mais altos, 29,20 e 45,01 mg de GAE / g, respectivamente, enquanto um conteúdo semelhante (12,03 mg de GAE / g) foi encontrado por Romani, Hernández e Martins (2018). O conteúdo fenólico da pimenta rosa se destaca em comparação ao verde (aproximadamente 1,8 mg de AGE / g de amostra) (Vega-Gálvez et al., 2009) e pimenta preta (2,27 mg de GAE / g de amostra) (Vadivel, 2018).

Para os ensaios DPPH e ABTS (297,44 e 572,38µmol Trolox / g para DPPH e ABTS), os resultados foram inferiores aos encontrados por Serrano-León (2018), que relataram 535,74 e 931,0µmol Trolox / g para DPPH e ABTS, respectivamente. Variações no conteúdo fenólico total e, conseqüentemente, na atividade antioxidante, podem ser decorrentes de diferenças na produção, como grau de maturação, estágio de crescimento e condições de colheita (Kim et al., 2003) e condições de extração (método, solvente, tempo, temperatura, relação sólido / líquido) (Feng et al., 2015). Catequina, ácido p-cumarico, miricetina e epicatequina são alguns dos fenólicos encontrados no extrato de pimenta rosa que podem ser responsáveis por sua atividade antioxidante (Bergamaschi, 2016).

2.3.2 Hambúrguer de frango

2.3.2.1 Estabilidade oxidativa

Os valores do TBARS foram afetados pelos tratamentos, embalagem, tempo de armazenamento e interações entre "tratamentos e tempo" e "tratamentos e embalagem". A partir do quinto dia de armazenamento, as amostras de PP apresentaram valor TBARS significativamente menor (Figura 1) do que o controle e mostraram estabilidade oxidativa semelhante às amostras de BHT. Ao final do período de armazenamento, BHT e PP apresentaram valores TBARS significativamente mais baixos, o que demonstra a proteção de ambos os antioxidantes contra o processo de oxidação lipídica. Essa proteção pode ser

representada pela redução do TBARS em 79,44% para PP e 67,29% para BHT em comparação ao controle.

Figura 1. Efeito dos antioxidantes e tempo de armazenamento nos valores de TBARS (mg de malonaldeído / kg de carne) de hambúrgueres de frango. Letras minúsculas indicam diferença significativa entre tratamentos e letras maiúsculas entre dias de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$). C- Controle; PP- Pimenta rosa, BHT- hidroxitolueno butilado

Em relação ao tempo de armazenamento, apenas o controle apresentou um aumento significativo no TBARS (Figura 1). Segundo Kanner (1994), os radicais livres de lipídios são estáveis a baixa temperatura, permitindo a difusão a distâncias maiores, o que pode dissimular a oxidação. Assim, armazenar amostras à temperatura de refrigeração não é suficiente para atrasar significativamente o processo oxidativo, mostrando que o uso de antioxidantes é essencial. Por outro lado, o extrato de pimenta rosa e o BHT foram eficientes em manter a estabilidade oxidativa dos hambúrgueres de frango durante 7 dias de armazenamento. Efeitos antioxidantes do extrato de pimenta rosa também foram relatados em filé de salmão (Merlo et al., 2019a) e hambúrguer de frango (Serrano-León et al., 2018).

De acordo com a interação entre embalagem e os tratamentos, a amostra controle apresentou valores TBARS significativamente mais altos que o BHT e o PP, tanto em condições aeróbicas quanto em embalagens a vácuo (Figura 2). Como mencionado anteriormente, esse resultado é uma consequência da ausência de antioxidantes nessa formulação. Comparando os dois tipos de embalagem, os hambúrgueres embalados aerobicamente apresentaram valores mais altos de

TBARS do que as amostras embaladas a vácuo apenas para o controle. A menor estabilidade das amostras aerobicamente embaladas está relacionada à presença de oxigênio, uma vez que os dois principais mecanismos de oxidação lipídica dependem de sua presença. Na auto-oxidação, o oxigênio tripleto é responsável pela reação em cadeia dos radicais livres, enquanto na foto-oxidação o oxigênio singlete promove rapidamente a oxidação lipídica em alimentos contendo fotossensibilizadores (Mariutti & Bragagnolo, 2017).

Figura 2. Efeito dos antioxidantes e tipo de embalagem nos valores de TBARS (mg de malonaldeído / kg de carne) de hambúrgueres de frango. Letras minúsculas indicam diferença significativa entre tratamentos e letras maiúsculas indicam diferença significativa entre embalagens de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$). C- Controle; PP- Pimenta rosa, BHT- hidroxitolueno butilado

No entanto, para BHT e PP, nenhum efeito significativo de embalagem foi observado. Esse resultado mostra informações importantes sobre a eficácia dos antioxidantes, pois, mesmo com a presença de oxigênio na embalagem aeróbica, eles foram capazes de retardar a oxidação lipídica de maneira comparável aos hambúrgueres embalados a vácuo. Segundo Lucarini e Pedulli (2007), os antioxidantes suprimem a oxidação lipídica e, quando todos são consumidos no processo de inibição, essa dissolução alimentar ocorre tão rapidamente quanto na ausência de um antioxidante. Assim, é possível que o tempo de armazenamento de até 7 dias tenha sido muito curto para o consumo total de antioxidantes e, portanto, para visualizar um efeito significativo da embalagem a vácuo na prevenção da oxidação lipídica no modelo aqui utilizado.

2.3.2.2 Propriedades físico-químicas

O pH teve efeito significativo dos tratamentos e tempo de armazenamento, mas não houve efeito da interação. As amostras de PP apresentaram o menor valor de pH, o que provavelmente está associado ao caráter levemente ácido do extrato de pimenta rosa (pH = 5,10). Embora tenha sido encontrada uma diferença de pH entre as amostras, uma variação de apenas 0,11 pode ser considerada marginal e não significativa em nível prático. Também foi verificada uma diminuição significativa nos valores de pH durante 7 dias (Tabela 1), que pode ser atribuída à bateria de ácido láctico, que é a microflora dominante em carnes embaladas a vácuo (Lin et al., 2004).

Tabela 1. Efeito dos antioxidantes, tipo de embalagem e tempo de armazenamento na cor e no pH dos hambúrgueres de frango

Fontes de variação	<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	pH
Tratamento				
C	60,37±0,80 ^a	7,45±0,55 ^b	13,35 ±0,55 ^a	6,22±0,02 ^a
BHT	60,45 ±1,71 ^a	7,11±0,75 ^b	13,34±1,21 ^a	6,17±0,01 ^{ab}
PP	58,10±0,90 ^b	8,10±0,78 ^a	13,13±0,85 ^a	6,11±0,01 ^b
Embalagem				
Aeróbico	59,96±0,80 ^a	6,99±0,56 ^b	14,89±0,66 ^a	6,16±0,01 ^a
Vácuo	59,33±1,46 ^b	9,00±0,76 ^a	11,66±1,03 ^b	6,18±0,02 ^a
Tempo de armazenamento (dias)				
1	60,50±1,38 ^a	9,00±0,62 ^b	13,63±0,92 ^{ab}	6,24±0,02 ^a
3	58,49±0,78 ^b	8,22±0,40 ^c	12,41±0,72 ^c	6,15±0,01 ^{ab}
5	58,80±0,52 ^b	8,94±0,76 ^b	13,00±0,58 ^{bc}	6,17±0,01 ^{ab}
7	60,78±1,83 ^a	9,81±1,12 ^a	14,07±1,12 ^a	6,11±0,02 ^b

Média ± desvio padrão.

As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna para a mesma fonte de variação são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey (p <0,05).

C- Controle; PP- Pimenta rosa, BHT- hidroxitolueno butilado

Entre os parâmetros de cor, a luminosidade foi afetada pelos tratamentos, tempo de armazenamento e tipo de embalagem. Não foram observados efeitos de interação. Os hambúrgueres PP foram significativamente mais escuros que o BHT e o controle. Isso certamente está relacionado à presença do extrato de pimenta rosa,

que afetou a cor natural das formulações dos hambúrgueres. Da mesma forma, Selani et al. (2011) relataram produtos mais escuros de frango fabricados com extratos de casca de uva. De acordo com o tipo de embalagem, as amostras embaladas aerobicamente eram ligeiramente mais claras que os hambúrgueres embalados a vácuo. Isso pode estar relacionado ao efeito protetor da embalagem a vácuo contra a oxidação lipídica, que não apenas afeta negativamente o odor e o sabor, mas também causa descoloração da carne. Segundo Carvalho et al. (2017), a descoloração das aves está relacionada a danos oxidativos e pode causar defeitos em várias etapas do processamento da carne. Quanto ao tempo de armazenamento, embora tenham sido observadas diferenças significativas na luminosidade entre os dias, elas foram marginais (variando de 58,49 a 60,50) e não mostraram uma tendência clara.

O amarelecimento foi significativamente afetado pelos tratamentos e pelo tempo de armazenamento. As amostras de PP apresentaram o menor valor de b^* , diferente do controle. Esses resultados podem estar relacionados à interferência da cor do extrato e à proteção do extrato de PP contra as alterações de cor causadas pela oxidação lipídica. Em relação ao tempo de armazenamento, foram observadas pequenas variações no amarelo durante 7 dias, mas não houve diferença no início e no final do período de armazenamento. Segundo Insausti et al. (2001), o aumento da coloração vermelha e diminuição da amarelo durante o armazenamento têm sido relacionados à forma da metamioglobina e descoloração da carne. O presente estudo mostrou o comportamento oposto - um aumento nos valores de a^* e manutenção dos valores de b^* o que pode indicar que a oximioglobina estava presente e permaneceu estável durante o período de armazenamento.

A coloração vermelha (a^*) mostrou efeito significativo do tratamento, tempo de armazenamento, tipo de embalagem e interação entre tempo de armazenamento e embalagem ($p < 0,05$). Para o efeito do tratamento, os hambúrgueres PP foram mais vermelhos que o controle e o BHT. Novamente, esse resultado está possivelmente relacionado à cor do extrato de pimenta rosa. Em relação ao efeito de interação entre o tempo de embalagem e o armazenamento (Figura 3), as amostras em embalagens a vácuo resultaram em amostras mais vermelhas do que os hambúrgueres embalados aerobicamente durante todo o período de armazenamento. Esse fato, como mencionado anteriormente, pode ser devido à interdependência entre a oxidação da mioglobina e a oxidação lipídica nas carnes.

Como os valores de TBARS (combinados durante o tempo de armazenamento e os tratamentos) de hambúrgueres aerobicamente embalados (1,13 mg MDA / kg de amostra) foram maiores que os das amostras embaladas a vácuo (0,85 mg mDA / kg de amostra), os produtos de oxidação lipídica podem ter entrado no citoplasma para reagir com a oximioglobina e acelerar o acúmulo de metamioglobina (Faustman et al. 2010), diminuindo a coloração vermelha dos hambúrgueres aerobicamente embalados.

Figura 3. Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento no valor a* em hambúrgueres de frango

Letras minúsculas indicam diferença significativa entre embalagens e letras maiúsculas indicam diferença significativa entre dias de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Durante o período de armazenamento, as amostras armazenadas em embalagem aeróbica e a vácuo apresentaram comportamentos opostos em relação ao valor a*. Enquanto a coloração vermelha das amostras embaladas a vácuo aumentou significativamente do 1º ao 7º dia de armazenamento, o valor a* das amostras embaladas aerobicamente diminuiu. Esse efeito também pode estar relacionado à relação entre oxidação lipídica e mioglobina, na qual a proteção da embalagem a vácuo contra a oxidação lipídica ajudou a manter a coloração vermelha do hambúrguer durante o armazenamento.

2.3.5 Análise microbiológica

A análise microbiológica, indicou que houve ausência de coliformes termotolerantes, clostrídios redutores de sulfitos e Salmonella. Apenas uma amostra apresentou contagens de *S. aureus* de $3,8 \times 10^2$ UFC / mL. Assim, todas as

amostras estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (Brasil, 2001), ou seja, eram adequadas para consumo humano.

2.3.6 Avaliação sensorial

2.3.6.1 Dominância

A Figura 4 mostra as diferentes taxas e seqüências de atributos dominantes durante a degustação. Os atributos "macio" e "suculento" foram percebidos no início da degustação em todas as amostras. Os atributos com maior taxa de dominância em amostras de embalagens aeróbias foram semelhantes, indicando que os termos dominantes estavam mais relacionados às características do próprio hambúrguer do que à adição do extrato de pimenta rosa ou ao avanço da oxidação lipídica. O atributo "ranço" foi observado apenas no controle após 7 dias de armazenamento, o que certamente está relacionado às reações de oxidação. A oxidação nessa amostra era esperada, pois foi fabricada sem antioxidantes e foi utilizada uma embalagem permeável ao oxigênio. As amostras de BHT apresentaram o "sabor característico" por mais tempo (relacionado à eficácia do BHT na inibição da oxidação lipídica), seguidas de "suculento", "macio" e "grelhado".

Figura 4. Gráfico de banda TDS por descritor para hambúrgueres de frango

PP- Pimenta rosa , C-Control, BHT- hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo,PVC embalagem aeróbica, 1 a 7 dias de armazenamento.

As amostras de controle embaladas em PVC após 1 e 7 dias de armazenamento refrigerado foram caracterizadas como "suculenta", "macia", "sabor característico" e "salgada". No entanto, no primeiro dia de armazenamento, a dominância do atributo "sabor característico" foi maior, o que está claramente relacionado à ausência de oxidação. As amostras embaladas a vácuo foram caracterizadas pelos atributos "suculento", "macio", "sabor característico", "salgado" e "grelhado". No 7º dia de armazenamento, esses atributos foram citados durante o período de mastigação, mas com menor taxa de dominância. Além disso, o atributo ranço foi percebido como dominante, o que é um indicativo de oxidação lipídica.

Segundo Saldaña et al. (2019), a percepção dos atributos relacionados ao sabor e textura depende do estágio da mastigação, uma vez que inicialmente a estrutura física do alimento deve ser quebrada para facilitar a liberação de compostos aromatizantes. Isso foi observado durante a mastigação de todas as amostras, pois os atributos de textura (maciez e suculência) foram inicialmente

percebidos e os atributos de sabor foram geralmente percebidos do meio ao final da mastigação.

A Figura 5 mostra o caminho dos hambúrgueres no espaço sensorial ao longo do consumo. No início, os tratamentos foram distribuídos ao longo da primeira dimensão do PCA, sendo associados aos atributos "suculento" e "macio". À medida que o teste prosseguia, as amostras passaram para a parte positiva da primeira dimensão, caracterizada pelos atributos "grelhado", "picante", "gorduroso" e "ranço". No final da degustação, os atributos "homogêneo", "salgado", "não dominante" e "sabor característico" eram dominantes. As amostras mais próximas ao atributo "ranço" foram PP_PVC7, C_PVC7 e BHT_PVC7, que tinham em comum a embalagem aeróbica e os 7 dias de armazenamento. Esse resultado confirma o que foi discutido anteriormente, ou seja, em tempos de armazenamento mais longos com a presença de oxigênio, os níveis de oxidação foram maiores. O gráfico de trajetória corrobora com os resultados do gráfico de banda, pois no início da ingestão a descrição do consumidor estava relacionada à textura devido à força necessária para desintegrar os alimentos durante a mastigação.

Figura 5. Trajetória dos tratamentos no espaço sensorial dinâmico
PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT-hidroxitolueno butilado, V-embalagem a vácuo, PVC- embalagem aeróbica, 1 a 7 dias de armazenamento.

É importante mencionar que o atributo ranço não esteve fortemente associado a nenhuma amostra, confirmando que os valores de TBARS (Figuras 1 e 2) estavam

abaixo do limite de perda sensorial da qualidade (2 mg de malonaldeído / kg de carne) (Trindade et al., 2009 ; Heck et al., 2019).

2.3.6.2 Duração das dominâncias

Além da sequência, taxa e trajetória dos atributos, a duração dos atributos dominantes pode ser explorada por meio da ANOVA, que é um dos métodos paramétricos mais importantes na ciência sensorial (Næs, Brockhoff & Tomic, 2010). De acordo com a Tabela 2, apenas três atributos diferiram entre os tratamentos: ranço, homogêneo e picante. Amostras embaladas em PVC por 7 dias mostraram maior duração do atributo "rançoso"; no entanto, como indicado anteriormente, o nível de oxidação foi baixo. Hambúrgueres caracterizados como "picantes" foram aqueles com a adição de extrato de pimenta rosa. Uma hipótese para o atributo "homogêneo" seria sua relação com a homogeneidade visual do produto.

Tabela 2. Resultado da ANOVA dos atributos dominantes para hambúrguer de frango

Tratamento	Ranço	Homogêneo	Apimentado	Não dominante	Macio	Gosto característico	Gorduroso	Suculento	Grelhado	Salgado
BHT_PVC	0,03 ± 0,02 ^{ab}	0,05 ± 0,02 ^{ab}	0,04 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,01	0,21 ± 0,03	0,13 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,12 ± 0,02	0,10 ± 0,02
1	0,08 ± 0,02 ^{ab}	0,02 ± 0,02 ^b	0,08 ± 0,02 ^b	0,02 ± 0,01	0,17 ± 0,03	0,16 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,11 ± 0,02	0,10 ± 0,02
BHT_PVC	0,04 ± 0,02 ^{ab}	0,05 ± 0,02 ^{ab}	0,08 ± 0,02 ^b	0,03 ± 0,01	0,25 ± 0,03	0,10 ± 0,03	0,09 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,11 ± 0,02	0,08 ± 0,02
7 BHT_V1	0,00 ± 0,02 ^b	0,08 ± 0,02 ^{ab}	0,03 ± 0,02 ^b	0,01 ± 0,01	0,22 ± 0,03	0,14 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,21 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,07 ± 0,02
BHT_V7	0,09 ± 0,02 ^a	0,05 ± 0,02 ^{ab}	0,02 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,01	0,19 ± 0,03	0,17 ± 0,03	0,06 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,10 ± 0,02
C_PVC1	0,10 ± 0,02 ^a	0,07 ± 0,02 ^{ab}	0,05 ± 0,02 ^b	0,07 ± 0,01	0,16 ± 0,03	0,12 ± 0,03	0,04 ± 0,02	0,12 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,11 ± 0,02
C_PVC7	0,05 ± 0,02 ^{ab}	0,06 ± 0,02 ^{ab}	0,03 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,01	0,17 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,10 ± 0,02	0,12 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,10 ± 0,02
C_V1	0,04 ± 0,02 ^{ab}	0,06 ± 0,02 ^{ab}	0,08 ± 0,02 ^b	0,07 ± 0,01	0,17 ± 0,03	0,12 ± 0,03	0,05 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,10 ± 0,02
C_V7	0,04 ± 0,02 ^{ab}	0,10 ± 0,02 ^a	0,07 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,01	0,19 ± 0,03	0,11 ± 0,03	0,06 ± 0,02	0,18 ± 0,03	0,12 ± 0,02	0,06 ± 0,02
PP_PVC1	0,11 ± 0,02 ^a	0,04 ± 0,02 ^{ab}	0,10 ± 0,02 ^a	0,03 ± 0,01	0,16 ± 0,03	0,15 ± 0,03	0,09 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,02
PP_PVC7	0,04 ± 0,02 ^{ab}	0,02 ± 0,02 ^b	0,07 ± 0,02 ^a	0,02 ± 0,01	0,16 ± 0,03	0,11 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,18 ± 0,03	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,02
PP_V1	0,03 ± 0,02 ^{ab}	0,06 ± 0,02 ^{ab}	0,06 ± 0,02 ^a	0,04 ± 0,01	0,19 ± 0,03	0,09 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,17 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,12 ± 0,02
PP_V7										

Média ± desvio padrão.

As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey (p <0,05).

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT- hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo,PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

A representação multidimensional da duração dos atributos e tratamentos dominantes é mostrada na Figura 6. Os atributos "ranço" e "salgado" foram relacionados aos C_PVC7, BHT_PVC7 e PP_PVC7, mostrando que as amostras embaladas aerobicamente por 7 dias foram mais suscetível à oxidação lipídica.

Figura 6. Representação multidimensional de atributos e tratamentos

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT- hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo,PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

2.3.7 Aceitação Geral

Todos os hambúrgueres apresentaram uma boa aceitação geral, com pontuações acima de 5 em uma escala hedônica de 9 pontos (Figura 7). O controle embalado em filme de PVC após 7 dias de refrigeração foi a amostra menos apreciada. As pontuações mais baixas foram atribuídas aos tratamentos embalados aerobicamente no final do tempo de armazenamento. Essas amostras tiveram notas significativamente inferiores às amostras embaladas a vácuo do que PP após 1 dia de refrigeração. Esses dados mostram que o gosto foi afetado negativamente pela oxidação lipídica, uma vez que os resultados são consistentes com as análises físico-químicas.

Figura7. Aceitação geral do hambúrguer de frango.

Os tratamentos com letras diferentes são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT- hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo, PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

2.4 Conclusões

O uso de extrato de pimenta rosa mostrou ser tão eficaz quanto o BHT para retardar a oxidação lipídica, preservando as características sensoriais do hambúrguer de frango. Em relação ao TDS, as diferenças na percepção sensorial e nos atributos dominantes durante a mastigação foram mais relacionadas às características do produto do que aos antioxidantes estudados. Assim, o extrato de pimenta rosa pode ser uma fonte de antioxidantes naturais e possivelmente substituir os antioxidantes sintéticos nas formulações de hambúrgueres de frango sem afetar sua qualidade sensorial.

Referências

Albert, A.; Salvador, A.; Schlich, P.; Fiszman, S. (2012). **Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks.** *Food Quality and Preference*, Barking, 24:111-118.

Al-Duais, M. Muller, L. Bohm, V. Jetschke, G. (2009). **Antioxidant capacity and total phenolics of *Cyphostemma digitatum* before and after processing: use of different assays.** *Eur Food Res Technol*, 228:813–821.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. APHA **Committee on Microbiological Methods for Foods. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 4th ed. Washington, 2001.

AOCS (1990). 2-Thiobarbituric Acid Value, Direct Method, Cd 19-9. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). American Oil Chemist's Society Champaign.

Bergamaschi, K. B. **Extração, determinação da composição fenólica e avaliação do potencial de desativação de espécies reativas de oxigênio e da atividade anti-inflamatória de resíduos de amendoim, pimenta-rosa e pimenta-do-reino.** 2016. 97 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

Brasil. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico princípios gerais para estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos e seus anexos I, II e III. Diário Oficial. Brasília, 10 jan 2001.

Carvalho, R., Shimokomaki, M., & Estévez, M. Poultry **Meat Color and Oxidation. Poultry Quality Evaluation.** In: PETRACCI, M.; BERRI, C. *Poultry quality evaluation*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017. cap. 6: 133–157.

Devatkal, S. K., Thorat, P., & Manjunatha, M. (2014). **Effect of vacuum packaging and pomegranate peel extract on quality aspects of ground goat meat and nuggets.** *Journal of food science and technology*, 51(10), 2685-2691.

Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., & Suman, S. P. (2010). **Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control.** *Meat science*, 86(1), 86-94.

Feng, S., Luo, Z., Tao, B., & Chen, C. (2015). **Ultrasonic-assisted extraction and purification of phenolic compounds from sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) rinds.** *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 970-976.

Galmarini, M. V.; Visalli, M.; Schlich, P. Pascal. (2017). **Advances in representation and analysis of mono and multi-intake Temporal Dominance of Sensations data.** *Food Quality and Preference*, Barking, v. 56, 247-255.

Heck, R.T.; Saldaña, E.; Lorenzo, J.M.; Correa, L.P.; Fagundes, M.B.; Cichoski, A.J.; Menezes, C.R.; Wagner, R.; Campagnol, P.C.B. (2019). **Hydrogelled emulsion from chia and linseed oils: A promising strategy to produce low-fat burgers with a healthier lipid profile.** *Meat Science*, 156: 74-182.

Insausti, K., Beriain, M. J., Purroy, A., Alberti, P., Gorraiz, C., & Alzueta, M. J. (2001). **Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere.** *Meat Science*, 57(3), 273-281.

Kanner, J. (1994). **Oxidative Processes in Meat and Meat Products: Quality Implications.** *Meat Science*. 36(1-2):169-89

Kim, D. O.; Jeong, S. W.; Lee, C. Y. (2003). **Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums.** *Food Chemistry*, 81(3):321-326.

Lin, M.; Al-Holy, M.; Mousavi-Hesary, M.; Al-Qadiri, H.; Cavinato, A.G.; Rasco, B.A. (2004). **Rapid and quantitative detection of the microbial spoilage in chicken meat by diffuse reflectance spectroscopy (600-1100 nm).** *Lett Appl Microbiol*. 39(2):148-55.

Lucarini, M., & Pedulli, G. F. (2007). **Overview of antioxidant activity of vitamin E.** In V. R. Preedy, R. R. Watson (Eds.). *The Encyclopedia of Vitamin E*, (pp. 3-10). Wallingford: CAB International.

Mariutti, L. R., & Bragagnolo, N. (2017). **Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review.** *Food Research International*, 94, 90-100.

Merlo, T. C., Contreras-Castillo, C. J., Saldaña, E., Barancelli, G. V., Dargelio, M. D. B., Yoshida, C. M. P., ... & Venturini, A. C. (2019a). **Incorporation of pink pepper residue extract into chitosan film combined with a modified atmosphere packaging: Effects on the shelf life of salmon fillets.** *Food Research International*, In Press, Corrected Proof.

Merlo, T.C.; Soletti, I.; Saldaña, E.; Menegali, B.S.; Martins, M.M.; Teixeira, A.C.B.; Harada-Podermó, S.S.; Dargelio, M.D.B.; Contreras- Castillo, C.J. (2019b). **Measuring dynamics of emotions evoked by the packaging colour of hamburgers using Temporal Dominance of Emotions (TDE),** *Food Research International*, 124, 147-155.

Næs, T. Brockhoff, P. B. Tomic, O. **Statistics for sensory and consumer science. Statistics for sensory and consumer science (First edit)** John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, 2010

Packer, V. G.; Melo, P. S.; Bergamaschi, K. B.; Selani, M. M.; Villa Nueva, N. D. M.; Alencar, S. M.; Contreras-Castillo, C. J. (2015) **Chemical characterization, antioxidant activity and application of beetroot and guava residue extracts on the preservation of cooked chicken meat.** *Journal of Food Science and Technology* 52, 11, 11.

Pagani, A. A. C., de Souza, A. L. G., Souza, D. S., Batista, R. A., Xavier, A. C. R., & Pagani, G. D. (2014). **Quantification of bioactive compounds of pink pepper (Schinus Terebinthifolius, Raddi).** *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 4, 37-41.

- Peltier, C. Visalli, M. Schlich, P. **Comparison of Canonical Variate Analysis and Principal Component Analysis on 422 descriptive sensory studies.**(2015). *Food Quality and Preference*, 40:326-333.
- Pineau, N.; Schlich, P.; Cordelle, S.; Mathonnière, C.; Issanchou, S.; Imbert, A.; Rogeaux, M.; Etiévant, P.; Köster, E. (2009). **Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity.** *Food Quality and Preference*, Barking, 20(6):450-455.
- Rios-Mera, J.D.; Saldaña, E.; Cruzado- Bravo, M.L.M.; Patinho, I.; Selani, M.M.; Valentin, D.; Contreras- Castillo, C.J. (2019). **Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt.** *Food Research International*, 121:288-295.
- Rodrigues, J. F.; Souza, V. R.; Lima, R. R.; Carneiro, J. D. D. S.; Nunes, C. A.; Pinheiro, A. C. M. (2016). **Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate.** *Food Quality and Preference*, Barling, 54:51-57.
- Romani, V.P.; Hernández, C.P.; Martins, V.G. (2018). **Pink pepper phenolic compounds incorporation in starch/protein blends and its potential to inhibit apple browning.** *Food packaging and shelf- life*, 15:151-158.
- Saldaña, E.; Soletti, I.; Martins, M.M.; Menegali, B.S.; Merlo, T.C.; Selani, M.M.; Teixeira, A.C.B.; Júnior, F.G.S.; Contreras-Castillo, C.J. (2019). **Understanding consumers' dynamic sensory perception for bacon smoked with different Brazilian woods.** *Meat Science*; 154:46-53.
- Selani, M. M., Contreras-Castillo, C. J., Shirahigue, L. D., Gallo, C. R., Plata-Oviedo, M., & Montes-Villanueva, N. D. (2011). **Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage.** *Meat science*, 88(3), 397-403.
- Serrano-León, J .S.; Bergamaschi, K. B.; Yoshida, M. P.; Saldaña, E.; Selani, M. M.; Rios-Mera, J. D.; Alencar, S. M.; Contreras-Castillo, C. J. (2018). **Chitosan active films containing agro-industrial residue extracts for shelf life extension of chicken restructured product.** *Food Research International*, 108:93- 100
- Serrano-Leon, J. S. **Caracterização química e estabilidade oxidativa de produto reestruturado de frango sob a ação de embalagem ativa adicionada de extratos de resíduos agroindustriais.** 2015. 129 f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015
- Singleton, V.L.; Orthofer, R.; Lamuela-Raventós, R. M.(1999). **Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau reagent.** *Methods in Enzymology*, New York, 299:152–178.
- Trindade, R. A. D., Mancini-Filho, J., & Villavicencio, A. L. C. H. (2009). **Effects of natural antioxidantson the lipid profile of electron beam-irradiated beef burgers.** *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(11):1161–1168.

Vadivel, V., Ravichandran, N., Rajalakshmi, P., Brindha, P., Gopal, A., & Kumaravelu, C.(2018). **Microscopic, phytochemical, HPTLC, GC–MS and NIRS methods to differentiate herbal adulterants: Pepper and papaya seeds.** *Journal of Herbal Medicine*, 11: 35-45.

Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., & Perez-Won, M. (2009). **Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian).** *Food Chemistry*, 117(4):647-653

3 TEMPORALIDADE SENSORIAL E HEDÔNICA DE HAMBÚRGUER DE FRANGO COM EXTRATO DE PIMENTA ROSA

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar o consumo durante três ingestões de hambúrguer de frango adicionado de diferentes antioxidantes e embalagens através da metodologia de dominância temporal de sensações utilizando múltiplas ingestões. O extrato de pimenta rosa foi incorporados em hambúrgueres de frango, que foram armazenados em embalagens aeróbica e vácuo por 7 dias a 2 ° C. Uma formulação com antioxidante sintético (butil-hidroxitolueno - BHT) e um controle (sem antioxidantes) também foram analisados. Os hambúrguers tiveram diferente percepção sensorial e tempo de dominância dos atributos, o atributo sensorial ranço é um atributo que diminui a aceitação sendo um TDL negativo, e o atributo apimentado é um possível atributo que colabora para uma melhor aceitação de hambúrguer de frango sendo um TDL positivo, amostras em embalagem aeróbica tiveram uma melhor aceitação e não houve diferença na aceitação entre as ingestões.

Palavras chave: Hamburger de frango; Dominância temporal de sensações e múltiplas ingestões

Abstract

This study aimed to evaluate the intake during three ingestions of chicken burger added of different antioxidants and packaging through the temporal dominance methodology of sensations using multiple ingestions. The pink pepper extract was incorporated into chicken burgers, which were stored in aerobic and vacuum packaging for 7 days at 2 ° C. A formulation with synthetic antioxidant (butylated hydroxytoluene - BHT) and a control (without antioxidants) were also analyzed. Hamburgers had different sensory perceptions and attribute dominance time, the rancid sensory attribute is an attribute that decreases acceptance by being a negative TDL, and the peppery attribute a possible attribute that contributes to better acceptance of chicken burger being a positive TDL. , samples in aerobic packaging had better acceptance and there was no difference in acceptance between intakes.

Keywords: Chicken burgers; Temporal dominance of sensations and multiple intake

3.1 Introdução

A incorporação de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) como antioxidante natural vem sendo utilizada em diferentes estudos. Por exemplo, em um filme de quitosana ativo com extrato de resíduo de pimenta rosa onde foi estudado o uso para a embalagem de produtos de frango reestruturados (Serrano-León et al., 2018) e filetes de salmão (Merlo et al., 2019), mostrando resultados importantes no atraso da oxidação lipídica, uma vez que a pimenta rosa possui importantes

compostos bioativos, como ácido ascórbico, compostos fenólicos e carotenoides (Pagani et al., 2014). Porém, poucos estudos avaliaram a aplicação de pimenta rosa em produtos à base de carne e em ambos os estudos (Serrano-León et al., 2018 e Merlo et al., 2019). Recentemente (Saldaña, Serrano-León, Selani, & Contreras-Castillo, 2019), estudaram a percepção sensorial estática de hambúrgueres de frango adicionados de extrato de pimenta rosa usando o questionário Check-all-that-apply (CATA). No entanto, a percepção sensorial temporal dos consumidores dos produtos não foi estudada.

Realizar análises sensoriais de alimentos considerando o contexto real de consumo vem ganhando cada vez mais importância na ciência sensorial e do consumidor, pois refletem as condições alimentares mais naturais. Apesar de que o comportamento alimentar normal envolve a ingestão de porções completas com múltiplas mordidas, é comum na ciência sensorial e do consumidor focar em avaliações sensoriais estáticas de mordida única (Di Monaco, Su, Masi, & Cavella, 2014). Então, avaliações de mordida única de alimentos individuais não fazem jus à dinâmica da percepção sensorial e hedônica que se desdobram ao longo do tempo de consumo de uma porção de alimento ou refeição (Castura, Antúñez, Giménez, & Ares, 2016; Delarue & Blumenthal, 2015; Pineau et al., 2009), sendo necessário o uso de métodos sensoriais temporais.

A dominância temporal de sensações (TDS) é um método sensorial temporal multidimensional (Pineau, Cordelle, & Schlich, 2003) que consiste em apresentar aos avaliadores uma lista de atributos pré-definidos a partir dos quais é solicitado que eles escolham, em cada momento de consumo, aquele que consideram dominantes (a sensação que chama mais a atenção dos respondentes em um determinado momento, não necessariamente o mais intensidade (Pineau et al., 2009)). Essa técnica temporal qualitativa que fornece uma resposta intuitiva que requer menos treinamento, facilitando a sua extensão com consumidores incorporando ainda mordidas múltiplas (Schlich, Visalli, Urbano, & Pineau, 2013) e medidas hedônicas (Cadena, Vidal, Ares, & Varela, 2014). O perfil sensorial dinâmico via TDS e a aceitação dinâmica medida após cada ingestão permitiu a obtenção dos Direcionadores Temporais da Preferência (TDL) (Arnaud Thomas, Visalli, Cordelle, & Schlich, 2015). Os TDL são expressos pela Aceitação enquanto dominante (LWD) e Aceitação centrada enquanto dominante (CLWD). Os LWD e CLWD representam a

aceitação média dada por um consumidor a um produto enquanto um atributo era dominante (A. Thomas, van der Stelt, Prokop, Lawlor, & Schlich, 2016).

O TDS já foi utilizado para caracterizar vinho (Galmarini et al., 2017), chocolate (Rodrigues et al., 2016) e bacon defumado (Saldaña, Soletti, et al., 2019). Já o uso de TDS e múltipla ingestão foi utilizado para analisar a influência do queijo na percepção do vinho (Galmarini, Loiseau, Visalli, & Schlich, 2016) como também usado para descrever amostras de queijo Gouda em um experimento internacional com 6 países (A. Thomas et al., 2017). Embora o TDS possa ser realizado mesmo pelos consumidores (Albert, Salvador, Schlich, & Fiszman, 2012), não há aplicações com múltipla ingestão em hambúrguer de frango.

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi explorar a incorporação de extrato de pimenta rosa sobre as propriedades sensoriais temporais descritivas e hedônicas de hambúrguer de frango usando TDS multi-intake coupling with overall liking. Baseado nos objetivos deste estudo, surtiram as seguintes hipóteses: (i) durante o consumo do hambúrguer de frango ocorrerá uma mudança ao longo das ingestões nos atributos sensoriais dominantes devido a incorporação de extrato de pimenta rosa, e (ii) ao longo das diferentes ingestões, o produto apresentará diferenças na aceitabilidade.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Preparo dos hambúrgueres de frango

Os hamburguers foram preparados com carne de frango obtidas de matadouro local (Rio Claro, SP, Brasil) com os cortes de coxas e sobrecoxas desossadas e sem pele que foram transportado para a planta de processamento da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Brasil.

Foram consideradas três formulações e dois tipos de embalagem, totalizando seis tratamentos: hambúrgueres com extrato de pimenta rosa e embalados sob condições aeróbias (PP_PVC) ou de vácuo (PP_V); hambúrgueres fabricados com BHT, embalado em condições aeróbico (BHT_PVC) ou a vácuo (BHT_V); e o controle, hambúrgueres embalados sob vácuo (C_V) ou condições aeróbicas

(C_PVC). Todas amostras foram armazenadas a 2°C com luz branca (lâmpada fluorescente, fluxo de luz de 800 lm) e avaliado por sete dias consecutivos.

Para o preparo das formulações foi padronizado o processamento em : a carne foi moída em um moedor (com disco de 0,8 cm de diâmetro) e dividido em três partes, que receberam três formulações diferentes: 1) PP: adição do volume de extrato de pimenta rosa equivalente a 90 mg de GAE / kg de carne A concentração do extrato de pimenta rosa foi baseada em um estudo anterior de (Serrano-León et al., 2018).; 2) BHT: adição de 90 mg de BHT / kg de carne, a mesma concentração de BHT (dissolvida em óleo de soja sem antioxidante); e 3) C: controle, sem antioxidantes foi adicionado água (no mesmo volume de extrato de pimenta rosa) e óleo de soja (no mesmo volume usado para dissolver BHT) foram adicionados às outras formulações para padronização.

As formulações eram composta ainda de Cloreto de sódio (1%), glutamato monossódico (0,2%), cebola em pó (2%) e alho foram adicionados pó (0,2%) em todas as amostras (p / p). Cada formulação foi homogeneizada em cutter de carne por 5min e, em seguida, porções de 100g foram pesados e moldados manualmente em forma de hambúrguer (10cm de diâmetro e 1cm de espessura), e então embalados em embalagem aeróbico (bandeja de poliestireno envolvida com filme de cloreto de polivinila (PVC)) e sacos de vácuo (Cryovac BB2620, taxa de permeabilidade ao oxigênio: $25\text{cm}^3 / \text{m}^2$ 115 24h a 23°C / 0% de umidade relativa (RH) e taxa de permeabilidade ao vapor de água: $9\text{g H}_2\text{O} / \text{m}^2$ 117 24h a 38°C / 90% RH).

3.2.2 Análise microbiológica

Para garantir a qualidade do produto, as amostras foram avaliadas após a análise microbiológica (contagens de coliformes a 45°C, estafilococos coagulase positiva e clostrídios sulfitos redutores e avaliação da presença/ausência de *Salmonella*), para comprovar a segurança do produto para consumo, de acordo com a RDC nº 12, de 12 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

3.2.3 Análise Sensorial

Este estudo teve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da ESALQ/USP, sob o número de CAAE 2.235.735.

3.2.3.1 Consumidores

Foram recrutados oitenta e sete consumidores habituais de hambúrguer de frango, entre eles alunos, funcionários e professores da ESALQ- USP (idade entre 18 e 52 anos, 53% mulheres), para a análise sensorial. Todos os participantes atenderam os seguintes requisitos: ser consumidor regular de hambúrguer (pelo menos uma vez ao mês), ter acima de 18 anos, ser saudável, não fumante e ter interesse em participar do estudo.

3.2.3.2 Protocolo de avaliação sensorial

As amostras de hambúrguer de frango foram padronizadas em formato de cubos de 10g e cozidas em chapa elétrica (150°C), até a sua temperatura interna atingir 75°C, servidos monadicamente em pratos de plástico, codificadas com três números aleatórios, seguindo um *design* balanceado. Para a realização do teste os consumidores passara por uma fase de familiarização de 30 minutos em uma única sessão, com introdução ao método TDS e definição da sensação dominante (a sensação que chama a atenção em um dado momento, não necessariamente sendo o mais intenso) (Pineau et al., 2009). Em seguida hambúrgueres de frango (primeiro e sétimo dias de armazenamento) foram caracterizados por TDS. A coleta de dados foi realizada utilizando o *software* Compusense Cloud (Compusense Inc., Guelph, Ontário, Canadá) e *tablets* (Guia Samsung E / SM-T560 / 9.6).

3.2.4 Dominância temporal de sensações (TDS)

3.2.3.1 Seleção dos atributos

Para o levantamento dos atributos foram pré-selecionados a partir de trabalhos científicos preliminares (Serrano-León et al. 2018; Rios-Mera et al. 2019) e pré-testes realizados com provadores treinados do Laboratório de qualidade e processamento de carnes ESALQ-USP, sendo, finalmente, definida lista de atributos final. Os atributos selecionados foram: ranço, apimentado, homogêneo, suculento, grelhado, macio, gorduroso, gosto característico, salgado e não dominante. Para

evitar o efeito da ordem de apresentação, os atributos foram apresentados de forma balanceada entre cada provador, utilizando o delineamento Quadrado Latino de Williams. No entanto, para o mesmo provador a ordem de atributos foi à mesma.

3.2.3.2 Avaliação final

Os atributos foram apresentados de forma simultânea, na tela do *tablet*, dentro de cabines sensoriais individuais. Para iniciar o teste, foi necessário clicar no botão “*start*” quando a amostra estivesse na boca. Os avaliadores avaliaram o hambúrguer durante o período de mastigação escolhendo o atributo dominante. As avaliações não tiveram limite de tempo, e o consumidor foi livre para clicar no botão “*stop*” quando não perceber mais nenhuma sensação dominante. Os avaliadores não foram obrigados a utilizar todos os termos presentes na lista de atributos, podendo um atributo ser selecionado mais de uma vez durante o teste. Biscoito de água e sal e água foram utilizados para limpar o palato entre amostras, considerando uma pausa de 10 minutos após avaliarem as seis primeiras amostras. Após cada ingestão foi solicitado que os avaliadores respondessem a aceitação geral utilizando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente” (Peryam e Pilgrim, 1957).

3.2.5 Delineamento experimental e análise estatística

Os hambúrgueres foram elaborados seguindo um delineamento de blocos ao acaso (dois processamentos independentes), considerando um esquema fatorial 3 x 2 x 4, com fatores tratamento (controle, BHT, pimenta rosa), embalagem (aeróbia e vácuo) e tempo de armazenamento (um e sete dias).

Os dados de TDS foram calculados a partir das taxas de dominância usando os tempos padronizados e então representados por bandplot por atributo. (Galmarini, Loiseau, Debreyer, Visalli, & Schlich, 2017; Merlo et al., 2019). A duração padronizada dos atributos dominantes foi também calculada (Galmarini et al., 2017) e submetidos à ANOVA (amostras e consumidores, como fatores) a 5% de significância, seguido pelo teste de Tukey. Uma representação multidimensional foi obtida da duração padronizada das sensações dominantes através da Análise de variáveis canônicas (CVA) (Peltier, Visalli, & Schlich, 2015). A trajetória das

amostras no espaço sensorial foi obtida através da Análise de Componentes Principais (ACP) usando amostras x ponto no tempo nas linhas e atributos nas colunas. Adicionalmente, a análise de correspondência (CA) foi aplicada à tabela de contingência dos atributos dominantes por amostra em cada ingestão. Para aplicar a CA, a tabela de dados foi organizada para ter uma única linha para cada tratamento.

A metodologia para calcular os Direcionadores temporais da preferência (TDL) é baseada no conceito de "Gostar Enquanto Dominante" (Thomas et al., 2015). "Gostar enquanto dominante" (LWD) é a média das pontuações de aceitação dadas por um consumidor a um produto enquanto o atributo era dominante. Essa média foi calculada sobre as citações desse atributo e ponderada por sua duração. No presente experimento (A-TDL), o escore de agrado foi aplicado em todos os descritores dominantes listados na ingestão correspondente em nível individual, a fim de obter os LWDs. Cada um desses LWDs individuais estava centrado nas pontuações médias de preferência (ponderadas pelas durações da ingestão) dadas pelo consumidor correspondente a este produto (CLWD). A média de CLWDs foi calculada sobre os consumidores por atributo e produto. A nulidade de cada uma dessas médias de CLWD foi testada usando uma distribuição t com um número de graus de liberdade igual ao número de consumidores que citaram esse atributo neste produto menos 1. Quando significativamente maior (menor) que 0 ($p < 0,1$), denota um fator temporal positivo (negativo) do gosto. (Thomas et al., 2016). Os dados foram analisados usando o *software* TimeSens © (INRA, Dijon, França).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Dominâncias: sequência, taxa e trajetória

Mudanças na percepção do hambúrguer de frango ao longo das múltiplas ingestões foram analisadas pela duração total e pela sequência das sensações dominantes (Figura 1).

Os atributos "macio" e "suculento" foram percebidos no início da degustação em todas as amostras durante a primeira e segunda ingestão. Os atributos com maior taxa de dominância nas amostras de embalagens aeróbias foram semelhantes, "suculento", "macio" e "gosto característico" indicando que os termos dominantes estavam relacionados às características do próprio hambúrguer do que

diretamente a adição de extrato de pimenta rosa uma vez que nas amostras sem a adição de qualquer antioxidante houve a percepção do avanço da oxidação lipídica. O atributo “ranço” foi observado apenas no controle após sete dias de armazenamento, na segunda e terceira ingestão, o que certamente está relacionado à oxidação. A oxidação nessa amostra era esperada, pois foi fabricada sem antioxidantes e foi acondicionada em embalagem permeável ao oxigênio. As amostras de BHT apresentaram “gosto característico” por mais tempo durante a segunda e terceira ingestão (relacionado à eficácia do BHT na inibição da oxidação lipídica), seguido de “suculento” e “macio”.

Amostras do controle embaladas em PVC após 1 e 7 dias de refrigeração foram caracterizados como “suculento”, “macio”, “sabor característico” e “salgado”. No entanto, no primeiro dia de armazenamento, a dominância do “gosto característico” foi mais longo nas três ingestões, o que está claramente relacionado à ausência da oxidação. As amostras embaladas a vácuo foram caracterizadas pelos atributos “macio”, “gosto característico” e “grelhado” sendo que o atributo “grelhado” passa a não ser dominante na terceira ingestão. No 7º dia os atributos “suculento” e “macio” foram citados durante o período de mastigação, mas com uma menor taxa de dominância e o atributo “suculento” passa a não ser dominante na terceira ingestão.

Ao analisar o tratamento de pimenta rosa no 1º dia embalado a vácuo o atributo suculento foi dominante durante a maior parte do tempo nas duas primeiras ingestões, porém na terceira ingestão o atributo passa a não ser percebido. Na amostra no 7º dia a vácuo o atributo “gosto característico” só se torna dominante na segunda ingestão durante quase todo o período e na terceira ingestão com menor taxa de dominância.

Segundo Saldaña et al. 2019, a percepção dos atributos relacionados ao sabor e a textura dependem do estágio de mastigação, então a estrutura do alimento deve ser quebrada para facilitar a liberação dos compostos relacionados ao sabor. Isso foi observado durante a mastigação de todas as amostras, pois os atributos de textura (maciez e suculência) foram inicialmente percebidos e atributos de sabor foram geralmente percebidos do meio ao final da mastigação.

Figura 1. Bandplot de TDS para hambúrguer de frango durante as três ingestões.

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT- hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo,PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

A trajetória dos hambúrgueres no espaço sensorial ao longo do consumo pode ser observada na Figura 2. No início da ingestão os tratamentos foram distribuídos na segunda dimensão do PCA, sendo caracterizados pelos atributos “macio” e “suculento”. Ao longo do teste, os tratamentos passaram para a parte positiva da primeira dimensão caracterizada por “grelhado”, “picante”, “gorduroso” e “ranço”.

No final da degustação, o atributo “homogêneo”, “salgado”, “não dominante”, e “gosto característico” eram dominantes. As amostras mais próximas do atributo “ranço” eram PP_PVC7, C_PVC7 e BHT_PVC7, que tinham em comum a embalagem aeróbica e 7 dias de armazenamento. Este comportamento era

esperado pois estão expostos as condições adequadas para oxidação lipídica como a embalagem aeróbia e a exposição à luz (Mariutti & Bragagnolo, 2017). As trajetórias das amostras concordam com o bandplot, uma vez que no início da ingestão a descrição do consumidor era relacionada à dimensão de textura do produto devido à força necessária para desintegrar os alimentos durante mastigação, já durante o consumo os atributos selecionados eram na dimensão de sabor.

Figura 2. Trajetória dos tratamentos no espaço sensorial dinâmico.

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT- hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo, PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

3.3.2 Duração da dominância

Além da sequência, taxa e trajetória dos atributos dominantes, a duração da percepção dos atributos dominantes pode ser analisada por meio da ANOVA, que é um dos métodos paramétricos mais importantes e usados na ciência sensorial (Næs, Brockhoff & Tomic, 2010).

De acordo com a Tabela 1, apenas quatro atributos diferiram entre os tratamentos: “ranço”, “homogêneo”, “apimentada” e “suculento” estes mesmos

atributos também foram os quais se diferenciaram entre as três ingestões. Amostras embaladas em PVC por 7 dias mostraram maior duração do atributo “ranço” já que, como indicado anteriormente, apresentaram melhores condições para oxidação lipidica. Hambúrgueres caracterizados como picantes foram aqueles com a adição de extrato de pimenta rosa. O atributo “suculento” como mostrado na Figura 1 não foi dominante na terceira ingestão isso pode estar relacionado ao fato do paladar já estar coberto de gordura e não chamava mais a atenção do consumidor.

Tabela1. Média dos tempos estandarizados da duração da dominância dos atributos para hambúrguer de frango

	Ranço	Apimentado	Homogeneo	Suculento	Grelhado	Não dominante	Macio	Gorduroso	Gosto característico	Salgado
F-Amostra	6,55	3,2	2,64	2,53	1,15	0,94	0,87	0,62	0,6	0,45
BHT_PVC1	0,04 ± 0,01 ^{ab}	0,03 ± 0,01 ^{ab}	0,09 ± 0,01 ^a	0,12 ± 0,02 ^{ab}	0,11 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,20 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,11 ± 0,01
BHT_PVC7	0,10 ± 0,01 ^{bc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}	0,05 ± 0,01 ^a	0,12 ± 0,02 ^{ab}	0,09 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,10 ± 0,01
BHT_V1	0,03 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,01 ^{abc}	0,08 ± 0,01 ^a	0,14 ± 0,02 ^{ab}	0,12 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,21 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,01
BHT_V7	0,02 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,01 ^{ab}	0,09 ± 0,01 ^a	0,17 ± 0,02 ^b	0,08 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,19 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,09 ± 0,01
C_PVC1	0,07 ± 0,01 ^{abc}	0,02 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,01 ^a	0,14 ± 0,02 ^{ab}	0,12 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,15 ± 0,02	0,12 ± 0,01
C_PVC7	0,10 ± 0,01 ^{bc}	0,05 ± 0,01 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^a	0,12 ± 0,02 ^{ab}	0,09 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,11 ± 0,01
C_V1	0,06 ± 0,01 ^{abc}	0,03 ± 0,01 ^{ab}	0,07 ± 0,01 ^a	0,12 ± 0,02 ^{ab}	0,11 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,07 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,11 ± 0,01
C_V7	0,03 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,01 ^{abc}	0,08 ± 0,01 ^a	0,16 ± 0,02 ^{ab}	0,11 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,19 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,10 ± 0,01
PP_PVC1	0,03 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,01 ^{abc}	0,10 ± 0,01 ^{ab}	0,17 ± 0,02 ^{ab}	0,12 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,10 ± 0,01
PP_PVC7	0,12 ± 0,01 ^c	0,09 ± 0,01 ^c	0,04 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,02 ^a	0,09 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,01
PP_V1	0,03 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01 ^{abc}	0,05 ± 0,01 ^a	0,17 ± 0,02 ^b	0,10 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,07 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,10 ± 0,01
PP_V7	0,04 ± 0,01 ^{ab}	0,07 ± 0,01 ^{bc}	0,05 ± 0,01 ^a	0,16 ± 0,02 ^{ab}	0,13 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,11 ± 0,01
F-ingestão	3,1	3,45	3,1	5,79	0,82	0,52	1,46	1,38	0,29	9,33
Ingestão1	0,05 ± 0,00 ^{ab}	0,06 ± 0,00 ^b	0,05 ± 0,01 ^a	0,16 ± 0,01 ^b	0,11 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,19 ± 0,01	0,07 ± 0,00	0,13 ± 0,01	0,09 ± 0,01 ^a
Ingestão 2	0,07 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^a	0,07 ± 0,01 ^b	0,14 ± 0,01 ^{ab}	0,10 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,17 ± 0,01	0,06 ± 0,00	0,13 ± 0,01	0,10 ± 0,01 ^a
Ingestão 3	0,05 ± 0,00 ^a	0,05 ± 0,00 ^{ab}	0,07 ± 0,01 ^b	0,13 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,18 ± 0,01	0,07 ± 0,00	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,01 ^b
F-Provador	2,38	3,04	3,68	2,48	3,4	2,69	4,92	3,33	2,94	5,44
F-A*1	1,63	1,21	1,9	0,66	0,64	0,96	1	0,8	1,12	0,87
RMSE	0,14	0,13	0,17	0,21	0,18	0,14	0,23	0,16	0,22	0,18

Média ± desvio padrão.

As médias das amostras identificadas por letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey, com 5% de significância.

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT - hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo,PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

Com a análise de variáveis canônicas (CVA), pode-se obter uma visão sintética do perfil sensorial, deste modo foi realizada uma análise de variância multivariada (MANOVA), seguida pela Análise de Variáveis Canônicas (CVA) (Merlo et al., 2018; Peltier, Visalli, & Schlich, 2018). O CVA constrói um mapa sensorial, considerando a capacidade discriminativa multivariada, posteriormente expressa no tamanho das elipses de confiança em torno das amostras (Peltier et al., 2018). Essas elipses de confiança podem ser interpretadas da seguinte forma: (1) quando duas elipses das amostras não são sobrepostas, os dois centróides do produto são significativamente diferentes; (2) quando as elipses são sobrepostas, os dois centróides da amostra são semelhantes. Podemos observar (Figura 3) que existe um cluster com o atributo “ranço” e os tratamentos PP_PVC7, C_PVC7 e BHT_PVC7 em que este atributo começa a caracterizar os tratamentos principalmente a partir da segunda ingestão o que deixa clara a necessidade de inserir múltiplas ingestões aos testes sensoriais.

Figura 3. Representação da análise de variáveis canônicas para hambúrguer de frango.

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT- hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo,PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

3.3.3 Descrição qualitativa dos atributos dominantes

A análise de correspondência foi aplicada à tabela de frequências do TDS, permitindo a exibição de relações entre os tratamentos e os atributos para cada ingestão. Os dados da Figura 4 mostraram que a primeira ingestão explica 71,9% da variância, 72,3% para a segunda e 73,1% para a terceira. Ocorreu mudanças na percepção ao longo das ingestões, durante a primeira ingestão o tratamento PP_PVC7 foi caracterizado como “apimentado” e relativamente próximo ao atributo “ranço”, assim como os tratamentos BHT_PVC7 e C_PVC7 estão bem próximos e caracterizados como “salgado”, “não dominante” e “ranço”. Na segunda ingestão verificou-se que esses três tratamentos PP_PVC7, BHT_PVC7 e C_PVC7 continuam sendo caracterizados como “ranço”, porém o PP_PVC7 também é observado como “apimentado” e o BHT_PVC7 como salgado e gorduroso. Já na terceira ingestão esses três tratamentos ficaram ainda mais próximo ao atributo *ranço* e caracterizado distintamente por outro atributo como PP_PVC7 “apimentado”, BHT_PVC7 “gorduroso” e C_PVC7 “salgado”. Esses tratamentos estarem próximos ao atributo ranço já era esperado, o que confirma o que foi discutido anteriormente, isto é, em tempos de armazenamento mais longos com a presença de oxigênio, níveis de oxidação foram maiores. Também é possível observar que ao longo das ingestões as amostras e atributos estão menos aglomerados e os consumidores começam a perceber com maior clareza em qual atributo caracteriza uma determinada amostra, deste modo é evidente a importância de retratar a realidade de consumo dos produtos.

Figura 4. Representação multidimensional de atributos e tratamentos.

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT- hidroxiolueno butilado, V- embalagem a vácuo,PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

3.3.4 Direcionadores temporais de preferência (TDL)

TDLs dos produtos são mostrados na Tabela 2. Dos 12 produtos 11 apresentaram TDLs significativamente negativos ($p < 0,1$ e $p < 0,2$), apenas o produto PP_V7 não apresentou nenhum TDL negativo. De modo geral, o atributo ranço foi significativamente mais apontado como um atributo negativo presente em seis dos doze produtos, esses estando fortemente relacionado aos produtos que não apresenta nenhum antioxidante na sua formulação, como já era esperado uma vez que as amostras sem antioxidante tendem a ser oxidadas mais rapidamente. Atributos como gorduroso, ranço, não dominante, apimentado, macio e grelhado foram citados pelo menos uma vez como TDLs significativamente negativo em pelo menos uma amostra.

Por sua vez, entre os TDLs positivos, o que teve maior incidência de significância dentre os produtos foi o apimentado sendo expresso como significativo e positivo em 4 produtos, seguido de succulento, grelhado, gosto característico e gorduroso estando estes presentes em 3 produtos. Atributos como succulento, apimentado, grelhado, gosto característico, salgado, gorduroso e não dominante foram significativamente positivos em pelo menos um produto.

O produto PP_V1 que teve a maior aceitação, apresentou como TDL positivos o atributos salgado e grelhado e como TDLs negativos ranço e gorduroso e o produto que teve a menor aceitação C_PVC7 apresentou como TDLs positivo os atributos apimentado, succulento e gorduroso e como TDLs negativos gosto característico e macio.

Tabela 2. Direcionadores temporais de preferência (TDL) de hambúrguer de frango

Samples	Gosto					Não				
	Ranço	Salgado	característico	Apimentado	Macio	Suculento	Dominante	Grelhado	Homogêneo	Gorduroso
BHT_PVC1	CLWD	0,11	-0,08	-0,06	-0,01	-0,04	0,11*	-0,22	0,02	0,03
	n	13	42	48	17	65	52	21	45	45
BHT_PVC7	CLWD	-0,13**	-0,05	-0,05	0,42**	0,01	-0,07	-0,25**	0,19**	0,04
	n	29	42	52	25	59	56	16	41	33
BHT_V1	CLWD	0,04	-0,05	-0,02	0,16**	0,06	0,12**	-0,05	0,04	-0,09
	n	16	42	43	22	65	54	17	47	35
BHT_V7	CLWD	0,09	-0,06	0,09**	-0,19**	-0,52	0,01	0,06	0,27	0,03
	n	9	44	47	21	63	61	19	33	40
C_PVC1	CLWD	-0,24*	-0,02	0,03	0,46**	0,62	0,03	-0,13	0,02	-0,14*
	n	21	48	51	9	57	52	21	44	33
C_PVC7	CLWD	-0,03	-0,1	-0,11*	0,19**	-0,16**	0,07**	-0,03	-0,02	-0,06
	n	33	46	52	22	56	47	20	40	23
C_V1	CLWD	-0,14*	-0,08	0,04	0,02	-0,04	0,01	-0,16	0,04	0,09
	n	23	45	49	18	60	47	22	48	33
C_V7	CLWD	-0,17**	0,11*	0,14**	-0,12	0,01	0,04	0,02	-0,04	0,06
	n	14	42	50	20	67	59	23	45	38
PP_PVC1	CLWD	-0,21	0,06	0,04	0,08	-0,01	0,06	-0,33**	-0,02	-0,12*
	n	12	45	47	25	59	60	16	43	38
PP_PVC7	CLWD	-0,08**	0,05	-0,04	0,01	-0,06	0	-0,01	0,2*	-0,13
	n	27	46	41	32	62	49	22	37	25
PP_V1	CLWD	-0,09**	0,18**	-0,07	0,07	-0,09	-0,05	-0,12	0,1**	0,01
	n	13	45	52	25	62	64	21	48	38
PP_V7	CLWD	0	-0,01	0,09**	0,18	-0,02	0,01	0,15**	-0,3	-0,04
	n	19	46	52	25	65	52	11	45	31

PP-Pimenta rosa, C-Control, BHT- hidroxitolueno butilado, V- embalagem a vácuo,PVC- embalagem aeróbica, 1 e 7 dias de armazenamento.

**p<0,1 & lwd>0; *p<0,2 & lwd>0; **p<0,1 & lwd<0; *p<0,2 & lwd <0

3.4 Conclusões

O hambúrguer de frango adicionado de pimenta rosa possuiu uma boa aceitabilidade assim como o hambúrguer com BHT mantendo suas características sensoriais preservadas ao longo do armazenamento.

O tempo de armazenamento e tipo de embalagem ocasionaram diferenças na percepção sensorial dinâmica em termos da ordem dos atributos e taxa de dominância assim como seu tempo de dominância entre uma ingestão e outra. O atributo sensorial ranço é um atributo que diminui a aceitação uma vez que se apresentou mais vezes como TDL negativo, dentre as amostras menos aceita e o atributo apimentado um possível atributo que colabora para uma melhor aceitação de hambúrguer de frango sendo um TDL positivo.

Hamburguers embalados a vácuo com menor tempo de armazenamento tende a ter uma melhor aceitabilidade, do que os embalados aerobicamente com maior tempo de armazenamento, uma vez que a percepção do atributo ranço foi menor nesses produtos. Não ocorreu diferença de aceitação na amostra entre as diferentes ingestões.

Referências

- Albert, A., Salvador, A., Schlich, P., & Fiszman, S. (2012). **Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks.** *Food Quality and Preference*, 24(1), 111–118.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.10.003>
- Castura, J. C., Antúnez, L., Giménez, A., & Ares, G. (2016). **Temporal Check-All-That-Apply (TCATA): A novel dynamic method for characterizing products.** *Food Quality and Preference*, 47, 79–90.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.06.017>
- Delarue, J., & Blumenthal, D. (2015, June 1). **Temporal aspects of consumer preferences.** *Current Opinion in Food Science*, Vol. 3, pp. 41–46.
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2014.12.001>
- Di Monaco, R., Su, C., Masi, P., & Cavella, S. (2014). **Temporal dominance of sensations: A review.** *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 38, pp. 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.04.007>

- Galmarini, M. V., Loiseau, A.-L., Visalli, M., & Schlich, P. (2016). **Use of Multi-Intake Temporal Dominance of Sensations (TDS) to Evaluate the Influence of Cheese on Wine Perception.** *Journal of Food Science*, 81(10), S2566–S2577. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13500>
- Galmarini, M. V., Loiseau, A.-L., Debreyer, D., Visalli, M., & Schlich, P. (2017). **Use of Multi-Intake Temporal Dominance of Sensations (TDS) to Evaluate the Influence of Wine on Cheese Perception.** *Journal of Food Science*, 82(11), 2669–2678. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13932>
- Galmarini, M. V., Visalli, M., Schlich, P., Galmarini, M., Visalli, M., & Schlich, P. (n.d.). *Advances in representation and analysis of mono and multi-intake Temporal Dominance of Sensations data.* <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.01.011>
- Mariutti, L. R. B., & Bragagnolo, N. (2017). **Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review.** *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 94, 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.02.003>
- Merlo, T. C., Contreras-Castillo, C. J., Saldaña, E., Barancelli, G. V., Dargelio, M. D. B., Yoshida, C. M. P., ... Venturini, A. C. (2019). **Incorporation of pink pepper residue extract into chitosan film combined with a modified atmosphere packaging: Effects on the shelf life of salmon fillets.** *Food Research International*, 108633. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108633>
- Merlo, T. C., Soletti, I., Saldaña, E., Menegali, B. S., Martins, M. M., Teixeira, A. C. B., ... Contreras-Castillo, C. J. (2018). **Measuring dynamics of emotions evoked by the packaging colour of hamburgers using Temporal Dominance of Emotions (TDE).** *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.007>
- Peltier, C., Visalli, M., & Schlich, P. (2015). **Comparison of Canonical Variate Analysis and Principal Component Analysis on 422 descriptive sensory studies.** *Food Quality and Preference*, 40(PB), 326–333. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.05.005>
- Peltier, C., Visalli, M., & Schlich, P. (2018). **Enhancing canonical variate analysis by taking the scaling effect into account.** *Food Quality and Preference*, 64, 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.10.019>
- Peryam, D., technology, F. P.-F., & 1957, undefined. (n.d.). **Hedonic scale method of measuring food preferences.** *Psycnet.Apa.Org*. Retrieved from <https://psycnet.apa.org/record/1959-02766-001>
- Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonnière, C., Issanchou, S., Imbert, A., ... Köster, E. (2009). **Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity.** *Food Quality and Preference*, 20(6), 450–455. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.04.005>

- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). **Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt.** *Food Research International*, 121, 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>
- Rodrigues, J. F., Souza, V. R. de, Lima, R. R., Carneiro, J. de D. S., Nunes, C. A., & Pinheiro, A. C. M. (2016). **Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate.** *Food Quality and Preference*, 54, 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.07.002>
- Saldaña, E., Serrano-León, J., Selani, M. M., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). **Sensory and hedonic impact of the replacement of synthetic antioxidant for pink pepper residue extract in chicken burger.** *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04093-x>
- Saldaña, E., Soletti, I., Martins, M. M., Menegali, B. S., Merlo, T. C., Selani, M. M., ... Contreras-Castillo, C. J. (2019). **Understanding consumers' dynamic sensory perception for bacon smoked with different Brazilian woods.** *Meat Science*, 154, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.006>
- Schlich, P., Visalli, M., Urbano, C., & Pineau, N. (2013). *Multi-bites or multi-sips TDS with untrained subjects: A live demonstration on chocolates.*
- Selani, M. M., Shirado, G. A. N., Margiotta, G. B., Saldaña, E., Spada, F. P., Piedade, S. M. S., ... Canniatti-Brazaca, S. G. (2016). **Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger.** *Meat Science*, 112, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>
- Serrano-León, J. S., Bergamaschi, K. B., Yoshida, C. M. P., Saldaña, E., Selani, M. M., Rios-Mera, J. D., ... Contreras-Castillo, C. J. (2018). **Chitosan active films containing agro-industrial residue extracts for shelf life extension of chicken restructured product.** *Food Research International*, 108, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.031>
- Thomas, A., Chambault, M., Dreyfuss, L., Gilbert, C. C., Hegyi, A., Henneberg, S., ... Schlich, P. (2017). **Measuring temporal liking simultaneously to Temporal Dominance of Sensations in several intakes. An application to Gouda cheeses in 6 Europeans countries.** *Food Research International*, 99, 426–434. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.035>
- Thomas, A., van der Stelt, A. J., Prokop, J., Lawlor, J. B., & Schlich, P. (2016). **Alternating temporal dominance of sensations and liking scales during the intake of a full portion of an oral nutritional supplement.** *Food Quality and Preference*, 53, 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.06.008>

Thomas, Arnaud, Visalli, M., Cordelle, S., & Schlich, P. (2015). **Temporal Drivers of Liking.** *Food Quality and Preference*, 40(PB), 365–375.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.03.003>

4. CONCLUSÕES GERAIS

O desenvolvimento de hambúrguer de frango com antioxidante natural, que seja similar aos produtos tradicionais, apresentando boa aceitabilidade pelos consumidores, é essencial para a melhoria da saúde humana.

Nesse sentido no capítulo 2 verificou-se que o uso de antioxidante natural não afetou a estabilidade oxidativa do produto sendo tão eficiente quanto o sintético. Já no capítulo 3 foi verificado que o uso do antioxidante natural não alterou a percepção do consumidor em relação ao produto em nenhuma de suas propriedades sensoriais como sabor, textura e odor, tendo uma aceitação melhor que as demais formulações.

Conclui-se que através da estratégia de reformulação apresentada, pode-se elaborar um hambúrguer de frango com apenas ingredientes naturais e recomendações de uma dieta saudável e utilizar da estratégia de marketing de *“clean label”*.