



ADELAIDE FLORÊNCIA MATEUS BUCHILI

**USO DE FARINHA DE CASCA DE FRUTAS
CÍTRICAS COMO ANTIOXIDANTES NA FORMULAÇÃO DE
SALAMES**

**LAVRAS - MG
2023**

ADELAIDE FLORÊNCIA MATEUS BUCHILI

**USO DE FARINHA DE CASCA DE FRUTAS
CÍTRICAS COMO ANTIOXIDANTES NA FORMULAÇÃO DE SALAMES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos
Orientador

Prof.^a Dr.^a Maria das Graças Cardoso
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Buchili, Adelaide Florência Mateus.

Uso de farinha de casca de frutas cítricas como antioxidantes na
formulação de salames / Adelaide Florência Mateus Buchili. - 2023.
78 p.

Orientador(a): Eduardo Mendes Ramos.

Coorientador(a): Maria das Graças Cardoso.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Farinha cítrica. 2. Antioxidante. 3. Salames. I. Ramos,
Eduardo Mendes. II. Cardoso, Maria das Graças. III. Título.

ADELAIDE FLORÊNCIA MATEUS BUCHILI

**USO DE FARINHA DE CASCA DE FRUTAS CÍTRICAS COMO ANTIOXIDANTES
NA FORMULAÇÃO DE SALAMES**

USE OF CITRUS FRUIT PEEL FLOUR AS ANTIOXIDANTS IN SALAMI

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 30 de janeiro de 2023.

Dr.^a Maria das Graças Cardoso

UFLA

Dr.^a Alcinéia de Lemos Souza Ramos

UFLA

Dr. Armando Abel Massingue

UEM/Moçambique

Dr. Paulo Rogério Fontes

UFV

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino; ao meu pai Mateus Buchili (in memoriam), que já se foi, mas continua sendo minha maior força e inspiração na vida; em especial ao meu filho (Kensy Zaqueu) pela presença durante esta jornada.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial, ao Departamento de Ciência dos Alimentos, que proporcionou meu aprendizado.

Ao Programa de Formação de Professores de Educação Superior de Países Africanos – (PROAFRI) do Ministério da Ciência e Tecnologia, Ensino Superior e Técnico-Profissional de Moçambique pela concessão da bolsa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto (CVZ APQ 02904-17) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por investir na formação e educação dos estudantes.

Ao Departamento de Ciência dos Alimentos, a todo o corpo docente, que permitiu com que meu projeto se tornasse real. Em especial, gostaria de agradecer aos professores, Eduardo Mendes Ramos (orientador), e Alcinéia de Souza Lemos Ramos pela oportunidade de realizar este trabalho. Obrigada pela confiança e por todos os ensinamentos compartilhados de forma admirável. Muito obrigada por tudo!

Ao Departamento de Química Orgânica – Óleos Essenciais, do Departamento de Química (DQI/ICN), da Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela ajuda na realização de análises laboratoriais e orientação da tese. Em especial, gostaria de agradecer a professora Maria das Graças Cardoso (Co-orientadora), Vanuzia e Cassia. Vossa contribuição foi essencial para a concretização da pesquisa desenvolvida. Muito obrigada por tudo!

Aos professores Paulo Rogério Fontes e Armando Abel Massingue pela gentileza em participar da banca, colaborando e enriquecendo ainda mais o trabalho.

Aos colegas: Marielle, Elídio, Ana Paula, Bruna, Lorena, Angélica, Marcelo, Gabriela, Lorrany, Marcia, Lectícia e Luiza pela amizade e incansável ajuda na realização das análises. Vai a Minha Gratidão!

A todos os profissionais da UFLA que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, Creusa, Ana Alice e Paloma, agradeço pela disponibilidade manifestada e pelo incansável acompanhamento nas análises.

A toda minha família pelo apoio, torcida e confiança que sempre depositam em mim; pelos momentos que não estivemos juntos e souberam entender.

Às demais pessoas que contribuíram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho ou participaram da minha vida, e que, porventura, eu tenha me esquecido de agradecer.

“Aprender é a única coisa que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.”
(Leonardo da Vinci)

RESUMO GERAL

O objetivo do estudo foi caracterizar as farinhas de cascas de limão siciliano (Sic), limão taiti (Tai), mexerica (Mex) e avaliar os efeitos da sua adição na formulação de salames sobre as etapas de fermentação e secagem. Para tal, foram elaborados salames com quatro diferentes concentrações de farinhas cítricas (0,4, 0,6, 0,8, e 1,2%) e um controle. Os compostos fenólicos extraídos das cascas pela análise HPLC foram: catequina, ácido clorogênico, vanilina, ácido ferúlico, ácido *o*-cumárico, resveratrol e ácido trans-cinâmico. Os compostos majoritários foram: ácido ferúlico, catequina, resveratrol e o ácidos trans-cinâmico. A farinha de limão Sic (FSic) foi a que apresentou maior variedade de compostos fenólicos. Quanto ao teor de compostos fenólicos totais, observou-se diferença significativa ($P < 0,05$), de modo que a farinha de limão Tai (FTai) demonstrou maior teor (1144,4 mg EAG/g). A atividade antioxidante demonstrada pelas farinhas cítricas foi influenciada pelo fator espécie cítrica e método utilizado. No método DPPH as FSic e FTai demonstram elevada atividade antioxidante comparativamente a FMex, mas não superando ao BHT (controle). Para o método branqueamento do β -caroteno, houve diferença significativa ($P < 0,05$) onde a FTai apresentou elevada atividade antioxidante comparativamente as farinhas de limão Sic, e farinha de Mex mas não superando ao BHT (controle). Já pelos métodos fosfomolibdênio e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) a FMex apresentou atividade antioxidante superior comparativamente as demais. A perda de massa não foi afetada ($P > 0,05$) pelo tipo de farinha, mas a adição de 0,6% de farinha promoveu uma perda final 3,44 % menor do que nos demais produtos. Não obstante da concentração utilizada, a adição das farinhas não afetou ($P > 0,05$) os valores de pH (5,18), atividade de água (0,83) e nitrito residual (2,86 mg/kg) dos produtos, mas aumentou a relação umidade/proteína de 1,54 (controle) para 1,86. As adições crescentes de farinhas cítricas aumentaram ($P > 0,05$) a acidez dos produtos, sendo que a incorporação de 0,4% de farinha Sic ou Mex foi suficiente para retardar a oxidação lipídica, já para a FTai foi necessário a adição de 1,2%. Os salames elaborados com 0,4% de FSic e 0,4% de FTai tiveram aceitação similar ao controle e foram bem aceites pelos consumidores em quase todos atributos.

Palavras-chave: Farinha cítrica. Antioxidante. Compostos fenólicos. Salames.

GENERAL ABSTRACT

The objective of the study was to characterize Sicilian lemon (Sic), Tahiti lemon (Tai) and tangerine (Mex) peel flours and to evaluate the effects of their addition in the formulation of salamis on the fermentation and drying stages. For this, salamis were prepared with four different concentrations of citrus flour (0.4, 0.6, 0.8, and 1.2%) and a control. The phenolic compounds extracted from the peels by HPLC analysis were: catechin, chlorogenic acid, vanillin, ferulic acid, o-coumaric acid, resveratrol and trans-cinnamic acid. The major compounds were: ferulic acid, catechin, resveratrol and trans-cinnamic acid. The lemon flour Sic (FSic) was the one that presented the greatest variety of phenolic compounds. As for the content of total phenolic compounds, a significant difference was observed ($P < 0.05$), so that Tai lemon flour (FTai) showed a higher content (1144.4 mg EAG/g). The antioxidant activity demonstrated by citrus flours was influenced by the citrus species factor and method used. In the DPPH method, FSic and FTai demonstrate high antioxidant activity compared to FMex, but not surpassing BHT (control). For the β -carotene bleaching method, there was a significant difference ($P < 0.05$) where FTai showed high antioxidant activity compared to Sic lemon flour and Mex flour, but not surpassing BHT (control). By the phosphomolybdenum and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) methods, FMex showed superior antioxidant activity compared to the others. The mass loss was not affected ($P > 0.05$) by the type of flour, but the addition of 0.6% flour promoted a final loss 3.44% lower than in the other products. Regardless of the concentration used, the addition of flours did not affect ($P > 0.05$) the pH (5.18), water activity (0.83) and residual nitrite (2.86 mg/kg) values of the products, but increased the moisture/protein ratio from 1.54 (control) to 1.86. The increasing additions of flour increased ($P > 0.05$) the acidity of the products, and the incorporation of 0.4% of Sic or Mex flour was enough to delay lipid oxidation, whereas for the FTai it was necessary to add 1.2%. Salamis formulated with 0.4% FSic and 0.4% FTai had similar acceptance to the control and were well accepted by consumers in almost all attributes.

Keywords: Citric flour. Antioxidant. Phenolic compounds. Salamis.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	10
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Indústria citrícola	12
2.1.1 Frutas cítricas	12
2.2 Oxidação lipídica	14
2.2.1 Antioxidantes	15
2.3 Embutidos cárneos fermentados	18
2.3.1 Salame	19
2.3.2 Vida útil do salame.....	21
2.4 Análise sensorial	22
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	25
REFERÊNCIAS	26
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS CIENTÍFICOS.....	37
ARTIGO 1 - Caracterização de farinhas de cascas de frutas cítricas para uso como antioxidantes naturais em alimentos.....	38
ARTIGO 2 – Caracterização de salames formulados com farinhas de casca de frutas cítricas como antioxidantes.....	54

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A produção de salames no Brasil constitui porção significativa do mercado de produtos cárneos. Apesar do avanço significativo no aperfeiçoamento dos métodos de preservação e armazenamento dos produtos cárneos, a vida útil desses produtos sofre limitações expressivas em função das transformações bioquímicas e microbiológicas, salientando, a oxidação lipídica que constitui uma das principais causas de deterioração.

Portanto, o salame é um produto embutido cárneo sujeito a oxidação lipídica, que pode gerar a redução nutricional e alteração do sabor influenciado na aceitabilidade do produto pelo consumidor. Aliado a complexidade do processo de produção, longo período de armazenamento, torna-o mais suscetível a oxidação. Por isso, é imperioso o uso de substâncias químicas que o protejam contra a oxidação.

Alternativa para retardar o processo de oxidação passa pelo uso de produtos antioxidantes no processamento. Existem os de origem animal e sintéticos, mas os antioxidantes naturais tem sido mais requeridos pelo consumidor. Atualmente, existem inúmeros questionamentos quanto aos prováveis efeitos mutagênicos e carcinogênicos dos antioxidantes sintéticos no organismo, por isso, estudos tendem a promover a substituição pelos antioxidantes naturais com o propósito de maior segurança do alimento, uma vez que estes apresentam benefícios potenciais à saúde.

Neste contexto, tem sido um desafio para a indústria alimentar o uso de produtos antioxidantes para atrasar as alterações oxidativas nos produtos cárneos. Uma grande fonte em potencial para uso com este propósito são os resíduos dos processamentos de frutas cítricas, como a casca, que são ricas em fitoquímicos e diversos tipos de compostos bioativos que possuem alto poder antioxidante e outras atividades biológicas (SINGH *et al.*, 2020).

As frutas cítricas são importantes para saúde humana, por conterem nutrientes e compostos bioativos, que atuam na prevenção de diversos tipos de doenças. No entanto, toneladas de resíduos, incluindo as cascas dos frutos ricas em compostos bioativos, são descartadas por ano pelas indústrias citrícolas na produção de sucos, sendo esporadicamente usados como subprodutos para produção de ração animal ou adubo.

Logo, a utilização de cascas de frutos cítricos como antioxidantes na fabricação de salames poderá contribuir para uma melhora na qualidade do produto, uma vez que também

pode conferindo um aroma e sabor cítrico. Por outro lado, permitir o aproveitamento de resíduos resultantes do processamento de frutas evitando o impacto negativo para o meio ambiente.

Em produtos cárneos, ainda se mostra recente as pesquisas na área da utilização de subprodutos cítricos como antioxidante natural e seu efeito neste tipo de produto. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi obter farinhas cítricas a partir de cascas de limões siciliano (*Citrus limon*), taiti (*Citrus latifolia*) e mexerica (*Citrus reticulata*), cuja grande atividade antioxidante tem sido relatada, e avaliar o seu uso como antioxidantes naturais na formulação de salames.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Indústria citrícola

Segundo a Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CITRUS, 2020), em termos de exportação, o Brasil é destaque no cenário mundial, mesmo com a concorrência de potências econômicas como China, Estados Unidos e União Europeia. A Citrus BR ainda refere que, mesmo em meio à crise causada pela pandemia de Covid-19, o país registrou em abril de 2020 um aumento de 17% no número de exportações em comparação à safra anterior.

O gênero *Citrus*, caracterizado por espécies como limão, laranja e mexerica, são de alto interesse comercial, compreendendo as frutas mais produzidas e comercializadas no mundo, com produção global de 98 milhões de toneladas no ano de 2021 (USDA, 2021).

No Brasil, o setor citrícola gera em torno de 200 mil empregos diretos e indiretos e um PIB de aproximadamente US\$ 6,5 bilhões de dólares (FUNDECITRUS, 2017; IFNP, 2017). O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional que, juntamente com o Sudoeste e Triângulo Mineiro, formam o cinturão citrícola com safra 2020/21 em aproximadamente 287,76 milhões de caixas de 40,8 kg. Além do sucesso da produção da região sudeste brasileira, também há evidências do crescimento da citricultura nos outros estados, principalmente das regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste (CERRI-NETO *et al.*, 2016; FUNDECITRUS, 2020; SOUSA, 2009; TAZIMA *et al.*, 2010).

Os resíduos da indústria de suco, como cascas, sementes e polpas, que representam cerca de 50% das frutas, é uma fonte potencial de valiosos subprodutos (ANWAR *et al.*, 2008). O elevado cultivo das frutas cítricas e o contínuo descarte dos seus resíduos constituem um problema ambiental, pois com o aumento da produção e o uso esporádico dos resíduos para produção de ração animal e adubo para agricultura, faz com que a não reutilização dos mesmos represente uma propensão de degradação microbiológica. Portanto, a utilização destes resíduos de maneira eficiente, econômica e segura para o meio ambiente, torna-se importante em termos de rentabilidade (PANWAR *et al.*, 2021; SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2001).

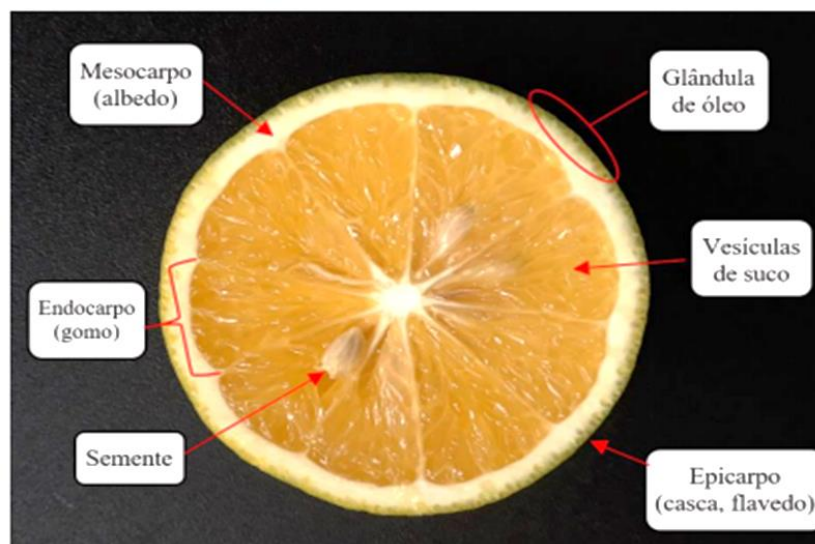
2.1.1 Frutas cítricas

As frutas cítricas surgiram há cerca de vinte a trinta milhões de anos, nas regiões subtropicais e tropicais do continente asiático e nos Arquipélagos Malaio de onde se expandiram por todo o mundo (NUNES *et al.*, 2009). Pertencem ao gênero *Citrus*, família *Rutaceae* (MADHURI *et al.*, 2014), subfamília *Aurantioideae* e ordem *Geraniales*

(NICOLOSI, 2007). É o mais diversificado e composto de numerosas espécies tais como: *Citrus sinensis* (Laranja), *Citrus paradisi* (Toranja), *Citrus reticulata* (Mandarim/tangerina/mexerica), *Citrus limon* (Limão) e *Citrus aurantifolia* (Lima) (SAÏDANI; DHIFI; MARZOUK, 2004). Limões, laranjas e mexerica são as frutas mais consumidas e conseqüentemente mais produzidas. O grupo dos *Citrus limon*, representado pelas espécies limão siciliano e taiti, é caracterizado pela riqueza em fotoquímicos naturais, ácido fólico, limonoides, ácidos orgânicos, vitaminas C, A e B, fibras dietética, óleos essenciais e carotenoides (KHAN; RIAZ, 2015; KLIMEK-SZCZYKUTOWICZ; SZOPA; EKIERT, 2020; LORENTE *et al.*, 2014). A mexerica, pertencente à espécie *Citrus reticulata*, é caracterizada por possuir uma casca rica em compostos antioxidantes (JASIM, 2012).

As frutas cítricas são caracterizadas como frutos com forma arredondada, alta suculência e ricas em glândulas (Figura 1). A casca (mesocarpo/albedo e epicarpo/flavedo) constitui 10% do peso total das frutas (CHEDE, 2013; RAMFUL *et al.*, 2010). O albedo, parte branca esponjosa, corresponde a 17%, enquanto o endocarpo (polpa) representa 71% e, quando presentes, as sementes constituem 2% do peso total (SHARMA; MAHATO; LEE, 2019).

Figura 1 - Morfologia das frutas cítricas.



Fonte: Sharma, Mahato e Lee (2019).

Quanto às características químicas das frutas cítricas, geralmente os parâmetros mais avaliados são o pH, acidez titulável (teor de ácido cítrico), o teor de sólidos solúveis e a vitamina C. Em termos quantitativos, a água é o principal componente do fruto, responsável por mais de 85% do peso e 12% da massa do suco dos frutos são compostos pelos açúcares, sendo que o restante é constituído por 300 substâncias diferentes, como flavonoides,

carotenoides, vitaminas, minerais, ácidos fenólicos, entre outros (SANTOS, 2020). Dos compostos fenólicos existentes nos citrus, predominam os ácidos fenólicos, cumarinas, flavonoides e taninos (DUBICK; OMAZE, 2001).

2.2 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica é caracterizada como uma das principais razões para deterioração da qualidade da carne, sendo capaz de ocasionar impactos negativos ao produto como surgimento de odores, gosto de ranço, alteração da textura e descoloração (ZAMUZ *et al.*, 2018). É um processo complexo e são determinantes para sua ocorrência a estrutura lipídica do produto e condições ambientais (MENDES, 2013).

A susceptibilidade dos produtos à oxidação está fortemente relacionada ao grau de insaturação de óleos e gorduras, sendo que quanto maior o número de insaturações na cadeia maior a reatividade. Outros fatores como a exposição a luz e ao calor, a presença da umidade, oxigênio, pH, modo de preparo, processos de redução de tamanho, desossa mecânica, aditivos, estocagem prolongada, agentes catalisadores (ferro e cobre), enzimas, pigmentos, presença de antioxidantes e ácido graxo livre podem ajudar para acelerar ou retardar a oxidação lipídica (ARAÚJO, 2011; GATELLIER *et al.*, 2007; SULEMAN *et al.*, 2020).

A deterioração lipídica pode decorrer de duas formas distintas: reações oxidativas ou hidrolíticas. A rancidez hidrolítica pode desencadear através da atividade enzimática e/ou agentes químicos na presença de umidade. As oxidativas podem se desencadear pela atividade enzimática ou não enzimática (autooxidação e fotooxidação) (WANKENNE, 2014).

Os produtos iniciais dessas reações são peróxidos e hidroperóxidos, que podem ser degradados na presença de metais como Cu^{2+} e Fe^{2+} em estado livre (íons) ou ligados a proteínas como na mioglobina, decompondo-se em produtos secundários como aldeídos e cetonas, que são os responsáveis pelo aparecimento de odores e sabores desagradáveis nos alimentos, reduzindo, desse modo, a vida de prateleira do produto, e o tornando impróprio para consumo (MARANGONI; MOURA, 2011; SELANI, 2010).

A oxidação lipídica provoca a perda da qualidade nutricional do produto, por meio da destruição de ácidos graxos essenciais, destruição de vitamina A e C, tocoferol e carotenoides, formação de compostos capazes de reagir com proteínas e diminuir a absorção destas (FERRARI, 1998), além de favorecer a formação de compostos potencialmente tóxicos, como o malonaldeído, que causam alterações metabólicas como mutagêneses e desenvolvimento de células cancerígenas (CAMPAGNOL *et al.*, 2011). Problemas no sistema circulatório,

arteroesclerose, esclerose múltipla, doença de Alzheimer e envelhecimento são algumas das doenças degenerativas relacionadas, pelo menos em parte, com os efeitos prejudiciais de alta incidência de radicais livres no organismo (MARANGONI; MOURA, 2011; SOUZA *et al.*, 2006; WANG *et al.*, 1999).

A oxidação lipídica em salames dá origem a substâncias voláteis que quando presentes em pequenas quantidades são benéficas para o desenvolvimento do sabor e do aroma característico do produto, mas em grande quantidade são responsáveis pelo surgimento do ranço desagradável. Logo, para que as reações de oxidação sejam minimizadas existe a necessidade de atenção com a utilização de substâncias antioxidantes na formulação.

2.2.1 Antioxidantes

Os antioxidantes são adicionados ao alimento com o intuito de inibir, retardar ou prevenir a oxidação lipídica, de forma a manter as características sensoriais e nutricionais, além de aumentar a vida de prateleira do produto (CAMPOS, 2005; MALACRIDA; MOTTA, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Para fins de saúde pública, são de grande importância para o organismo, pois inibem os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes externas. Impedem que estes ataquem os lipídeos, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos insaturados e as bases do DNA, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Podem ser classificados em primários ou bloqueadores que atuam durante a fase inicial da oxidação lipídica, interrompendo a cadeia da reação por meio da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, de forma a convertê-los em produtos estáveis, evitando suas reações com outras moléculas de lipídios insaturados. Já os antioxidantes secundários ou complexantes, atuam como agentes quelantes de íons metálicos, sequestrando oxigênio, promovendo a decomposição de hidroperóxidos em espécies estáveis, absorção da radiação ultravioleta ou desativação do oxigênio singlete, de forma a atrasar a fase inicial do processo oxidativo (CHIATTONE, 2010; TERRA; FRIES; TERRA, 2004).

A indústria de alimentos, com o objetivo de responder de maneira efetiva a procura pelo consumidor por produtos com maior durabilidade e que apresentassem potencial nutracêutico passou a utilizar alguns antioxidantes sintéticos como butil-hidroxi-tolueno (BHT), butil-hidroxi-anisol (BHA), terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e propil galato (PG), que com o passar do tempo caíram em desuso por estarem associados ao desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas. Com isso, uma nova proposta surgiu, a substituição dos antioxidantes sintéticos

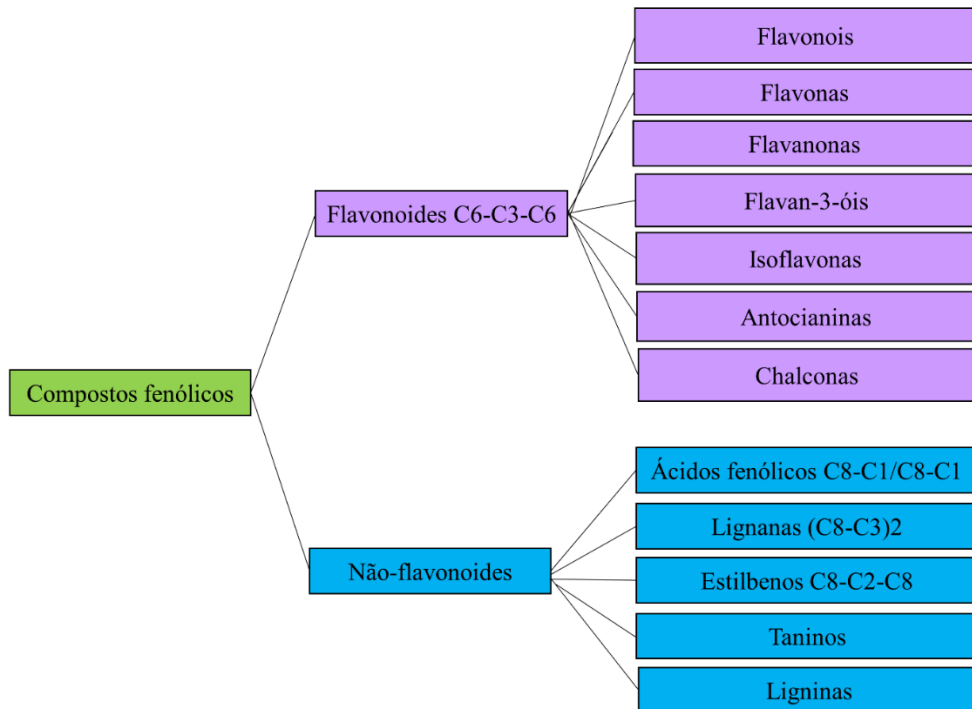
pelos antioxidantes naturais. Onde teve o início a valorização de resíduos agroindústrias que apresentam teores interessantes de compostos naturais com ação antioxidante (DIAS *et al.*, 2020; MARTILLANES *et al.*, 2017).

Nos últimos anos, a indústria de alimentos tem sido desafiada a levar para o mercado produtos mais naturais, saudáveis e com bons nutrientes. O emprego de substâncias bioativas, conhecidas como antioxidantes naturais, surge como importante alternativa aos antioxidantes sintéticos pela exigência cada vez maior dos consumidores por aditivos naturais e para retardar a oxidação lipídica. Os antioxidantes presentes nos alimentos são encontrados na maioria dos vegetais, o que explica parte das ações saudáveis que as frutas, legumes, hortaliças e cereais integrais exercem sobre o organismo (MORAES; COLLA, 2006).

Os nutrientes e compostos bioativos dos vegetais são sintetizados a partir de várias vias metabólicas e se dividem em dois grandes grupos: os metabólicos primários, que têm papel nas funções básicas essenciais, como fotossíntese, respiração e reprodução, e tem como exemplo os aminoácidos, nucleotídeos, lipídios, carboidratos e a clorofila (BRAZ FILHO, 2010; PERES, 2011); e os metabólicos secundários, que atuam para o processo de polinização, pesticidas naturais, respostas ao estresse causados pela temperatura, luz e umidade, e fazem parte desse grupo os terpenos, alcalóides (derivados dos aminoácidos) e os compostos fenólicos (derivados dos carboidratos) (BRAZ FILHO, 2010; LEE *et al.*, 2010).

As frutas cítricas fazem parte dos grupos de vegetais que estão entre as principais fontes de compostos fenólicos (SCHIASSI *et al.*, 2018) e presentes na forma livre ou ligada a açúcares (heterosídeos), ácidos e/ou proteínas. Geralmente são sintetizados a partir da fenilalanina ou da tirosina, e variam de compostos simples à conjugados ou complexos (RAHATE; MADHUMITA; PRABHAKAR, 2021; ZEB, 2020). Destacam-se, fenóis simples, ácidos fenólicos, cumarinas, flavonóides, taninos e ligninas (MIRANDA, 2013), que exercem papel preponderante para o processo de oxidação devido à capacidade em doar hidrogênio ou elétrons, formando intermediários estáveis, impedindo a oxidação de vários ingredientes do alimento, principalmente de ácidos graxos e de óleos (MEDES, 2013). A presença de um anel aromático ligado diretamente pelo menos a um grupo hidroxila é a principal característica dos compostos fenólicos (PAIS, 2021). Em relação a sua classificação, são divididos em dois grandes grupos: não flavonoides (fenóis simples ou ácidos) e flavonoides (polifenóis) (ELVAS, 2016), como pode ser observado Figura 2.

Figura 2 - Classificação dos compostos Fenólico.

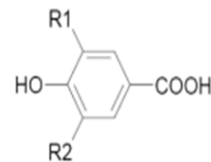


Fonte: Da autora (2023).

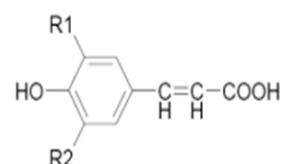
Os flavonoides tem a função para dar cor e aroma das frutas e flores como também a proteção contra os fatores bióticos, abióticos e da radiação UV. Por outro lado, grupo dos não flavonoides é subdividido em ácidos fenólicos, estilbenos, taninos e as ligninas. Deste grupo os que têm mais destaque são os ácidos fenólicos, sendo subdivididos em derivados hidroxibenzoicos e hidroxicinâmicos (VELOSO, 2019) (Figura 3).

Figura 3 - Estrutura química geral dos ácidos benzoicos e cinâmicos.

R ₁	R ₂	a) Ácidos benzoicos
H	H	Ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico
OH	H	Ácido protocatequínico
OH	OH	Ácido gálico
OCH ₃	H	Ácido vanílico
OCH ₃	OCH ₃	Ácido siríngico



R ₁	R ₂	b) Ácidos cinâmicos
H	H	Ácido <i>p</i> -cumárico
OH	H	Ácido cafeico
OCH ₃	H	Ácido ferrúlico
OCH ₃	OCH ₃	Ácido sinápico



Fonte: Gonçalves (2007).

Estudos realizados por Bocco *et al.* (1998) e Ma *et al.* (2008) relatam que as cascas de frutas cítricas possuem elevada quantidade de compostos fenólicos e são responsáveis pelo aroma, cor, adstringência como também pela estabilidade oxidativa. Duda-Chodak e Tarko (2007) ao comparar a atividade antioxidante de cascas e sementes de frutas cítricas consumidas na Polônia, perceberam que as cascas possuem maior capacidade de sequestrar radicais livres e maior concentração de compostos fenólicos que as sementes.

Li, Smith e Hossain (2006) estudando as cascas de limão, mexerica e laranja, demonstraram que esses possuem elevada atividade antioxidante, resultante dos compostos fenólicos existentes nas cascas, perdendo apenas para a cascas de uva. Boeira *et al.* (2018) efetuaram adição de extrato natural de semente de mamão (*Carica papaya L.*) em linguiça de frango, comprovando a atividade antioxidante quando comparado ao tratamento controle, expondo sua eficiência na diminuição da oxidação lipídica do produto estudado, podendo, atuar no prolongamento da vida de prateleira deste. Amador (2015) em pesquisa comparou a atividade antioxidante do extrato de goiaba com a de um antioxidante sintético (BHT), em almôndegas de peito de frango conservadas sob temperatura de refrigeração e congelamento. Verificou uma redução significativa na formação de compostos que provocam o ranço para os dois tipos de antioxidantes. Selani (2010) avaliou a adição do extrato de bagaço de uva Isabel e Niágara como antioxidante natural em carne de frango processada crua e cozida, armazenada à temperatura de congelamento, verificando que esses antioxidantes naturais demonstraram resultados satisfatórios em relação a oxidação lipídica, similares ao do butil-hidroxi-tolueno (BHT) e eritorbato de sódio, que são antioxidantes sintéticos.

2.3 Embutidos cárneos fermentados

No setor cárneo a elaboração de embutidos possui grande importância socioeconômica. Dentre estes destacam-se os salames, que na fabricação são utilizados os processos tradicionais de secagem, salga e fermentação para a conservação da carne (RITTER *et al.*, 2020). A fermentação é um processo antigo e tem chegado aos tempos atuais através dos salames. Na maturação o processo fermentativo ocupa posição de destaque, e se conduzido devidamente, ajuda para o desenvolvimento da cor, textura, sabor e aroma característico do embutido, como também inibi bactérias deteriorantes e patógenos pela rápida redução de pH a valores menores que 5,3. Trata-se de um complexo fenômeno bioquímico, onde ocorrem diversos processos enzimáticos e as bactérias desempenham papel preponderante (RAMOS *et al.*, 2014).

Durante o processamento os embutidos cárneos fermentados não são submetidos ao tratamento térmico, portanto a inibição de bactérias patogênicas na matéria-prima ocorre devido

combinação de fatores sinérgicos, como baixa atividade de água, baixo pH, adição de cloreto de sódio e nitrito de sódio, além de antimicrobianos inseridos ou produzidos durante seu processo (SCHEID, 2001). Dentre os fermentados no Brasil são produzidos em maior quantidade os salames tipo Italiano, Milano, Hamburguês e Salaminho (BRESSAN; PEREZ, 2001).

2.3.1 Salame

A definição de salame, segundo o Anexo V da Instrução Normativa nº 22, de 31 de julho de 2000 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000) entende-se como o produto cárneo industrializado, elaborado a partir de carnes suínas ou suínas e bovinas moídas, toucinho, adicionado de ingredientes, embutidos em envoltórios naturais e/ou artificiais, curado, fermentado, defumado ou não, maturado e dessecado.

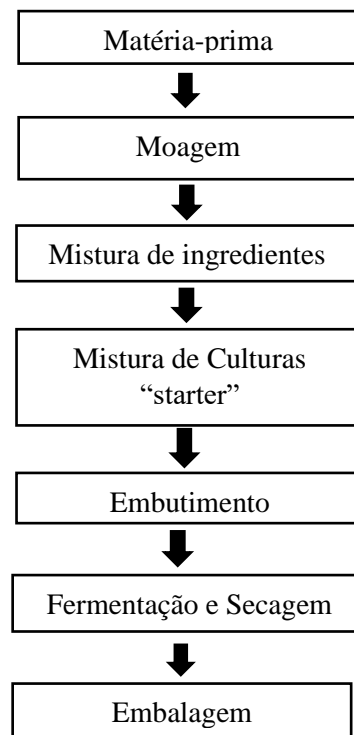
As características físico-químicas do produto poderão apresentar: atividade de água (aw) (máx): 0,92, umidade (máx): 40%, gordura (máx): 35%, proteína (mín): 20%, carboidratos totais (máx): 4,0% (BRASIL, 2000). Em relação a qualidade microbiológica, a produção do salame exige cuidados, desde a matéria-prima até a armazenagem e consumo, evitando riscos à saúde pública. A legislação brasileira, estabelece padrões microbiológicos sanitários para produtos cárneos maturados, dessecados, devendo seguir os padrões: Coliformes a 45°C, a tolerância para a amostra indicativa e para cada uma das duas amostras em cinco amostras analisadas é de 10^3 UFC/g; *Staphylococcus coagulase* positiva, a tolerância para a amostra indicativa é para uma amostra em cinco amostras analisadas é de 10^2 UFC/g; *Salmonella sp.* deve estar ausente tanto na amostra indicativa quanto nas cinco amostras analisadas (BRASIL, 2019).

De acordo com a origem ou o processo de obtenção, a legislação brasileira, através da Instrução Normativa N° 22, de 31/07/2000, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAP), designa nove tipos de salames (Salame, Salaminho, Salaminho tipo Alemão, Salame tipo Calabrês, Salame tipo Friolano, Salame tipo Napolitano, Salame tipo Hamburguês, Salame tipo Italiano, Salame tipo Milano), sendo que a diferenciação entre eles está no tipo e na quantidade de matéria-prima, na granulometria da carne e do toucinho, na presença de condimentos e na composição química final do produto.

A fabricação ocorre em duas etapas distintas, como ilustra o fluxograma da Figura 4. Na primeira, ocorre o processo de fermentação, que é responsável por grande parte das mudanças físicas, bioquímicas e microbiológicas, culminando com o desenvolvimento das características do salame como cor, sabor, aroma, textura e vida útil (TERRA, 2005). Nesta

etapa, ocorre o desenvolvimento de bactérias ácido-láticas, que utilizando os carboidratos existentes da formulação do produto, produzem o ácido lático. O ácido lático, garante a qualidade e segurança do produto pois propicia a diminuição do pH, ajudando na proteção contra micro-organismos indesejáveis e contribuição para as características sensoriais (SANTA, 2008). Na segunda etapa ocorre a desidratação, onde diminui a atividade de água, criando ambiente impróprio para o crescimento de microrganismos patogênicos como *Echerichia coli*, *Salmonella*, *Stapylococcus aureus* responsáveis pela deterioração do produto (SANTA, 2008; TERRA, 1998).

Figura 4 - Etapas de produção de salame.



Fonte: Da autora (2022).

A gordura suína, ou toucinho, utilizada para produção do salame, deve ser de animais jovens e da região dorso-abdominal (OSPINA-E *et al.*, 2010). No preparo da massa, a carne bovina e gordura suína, são cortadas e moídas em granulometria de 6 a 9 mm.

As proteínas da carne fazem parte dos ingredientes importantes pois contribuem grandemente para as propriedades tecnológicas do salame com propriedade como viscosidade, solubilidade, coagulação, emulsificação e ligação com a água e gorduras. Também ajudam na formação de sabor característico no produto final como consequência da degradação das

proteínas em peptídeos e aminoácidos (BACKES, 2011; IBAÑEZ *et al.*, 1997; MONTEL; MASSON; TALON, 1998).

Por outro lado, a gordura suína ajuda para as características sensoriais do salame, na medida que ocorre ação das lipases, sobre a fração lipídica e por consequência hidrólise de triglicerídeos e liberação de ácidos graxos responsáveis pelas características sensoriais (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). O teor de gordura pode determinar a vida útil do salame na medida que excesso de oxidação lipídica promove rancificação do alimento alterando as características sensoriais do salame e consequentemente diminuição no valor nutricional do produto (CAMPAGNOL *et al.*, 2011; FERRARI, 1998; ZANARDI *et al.*, 2004). Portanto, a necessidade de baixo teor de gordura é essencial para a qualidade final do produto. Bloukas, Paneras e Fournitzis (1997) e Muguerza *et al.* (2004) referem que o teor de gordura no final do processamento do salame apresenta 32% de gordura, sendo este valor ainda elevado e prejudicial para a qualidade do produto e consequentemente para saúde pública. Neste contexto, tem sido um desafio a comunidade científica e a indústria a realização de pesquisas viradas ao uso de produtos de alto poder antioxidantes com finalidade de atrasar as alterações oxidativas nos produtos cárneos (SINGH *et al.*, 2020).

2.3.2 Vida útil do salame

Em salames a vida-de-prateleira geralmente não está limitada à deterioração microbiana, mas a alterações químicas ou físicas. O alto teor de gordura, baixa atividade de água e a oxidação da fração lipídica, constituem as causas da redução da vida-de-prateleira desses produtos (SINGH, 1996; SUMMO; CAPONIO; PASQUALONE, 2006).

Portanto, produtos ricos em lipídios têm chamado à atenção da comunidade científica e industrial por serem passíveis de sofrer reações autoxidativas. O salame, pela complexidade do processo de produção, tempo longo de armazenamento, o uso de antioxidantes tem fundamental importância no adiamento das alterações (BERNARDI, 2010). Com isto, a indústria alimentícia, na busca de minimizar ou prevenir este constrangimento, faz uso de antioxidantes sintéticos. Apesar dos benefícios propiciados pelos antioxidantes sintéticos na indústria, pelo aumento da vida útil, estes são considerados potencialmente carcinogênicos (CONEGLIAN *et al.*, 2011; KAMEMURA, 2018; SOUSA *et al.*, 2007; YANG *et al.*, 2018). O limite máximo estabelecido no Brasil destes antioxidantes, é de 0,02 g/100 g de óleos e gorduras para BHA e TBHQ e de 0,01 g/100 g de BHT (BRASIL, 2005). Na Comunidade Econômica Europeia o TBHQ está proibido de uso (REISHCE *et al.*, 1997).

Nesse contexto, a indústria busca se adaptar e criar novas formulações para melhorar a qualidade e a segurança desses produtos alimentícios. A utilização de antioxidantes de compostos extraídos de fontes naturais, que podem atuar sozinhos ou sinergicamente com outros aditivos é uma das alternativas adotadas pelas indústrias cárneas para adiar a oxidação lipídica, aumentando a vida de prateleira dos produtos (BELLUCCI, 2022; SELANI *et al.*, 2009). Estudos demonstraram a eficácia de produtos como o extrato de alecrim que reduziu a oxidação lipídica em produto cárneo (AL-HIJAZEEN; AL-RAWASHDEH, 2017). Dentre as frutas manga e uva (BRAGA *et al.*, 2016), acerola (CARMO; NAZARENO; RUFINO, 2018), frutas vermelhas (LORENZO *et al.*, 2018), cacau (ALVES *et al.*, 2019), demonstraram também fontes de antioxidantes em alimentos funcionais.

2.4 Análise sensorial

A análise sensorial é caracterizada como um conjunto de técnicas utilizadas para a medição precisa das respostas humanas aos alimentos minimizando, potencialmente, os efeitos da marca e outras influências da informação sobre a percepção do consumidor (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Utiliza da complexa interação dos órgãos dos sentidos dos avaliadores para medir características sensoriais e aceitabilidade dos produtos alimentícios e atingir o potencial máximo de qualidade e aceitabilidade. Portanto, evoca, mede, analisa e interpreta reações das características de alimentos e materiais como são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, gosto, tato e audição (IAL, 2008). Considerada um importante instrumento de feedback para as indústrias alimentícias, torna possível o acesso a valiosas informações, tais como: características e aceitação mercadológica de um determinado produto (BEHRENS, 2010).

Os métodos sensoriais podem ser classificados em discriminativos, descritivos e afetivos. Os discriminativos são caracterizados por estabelecerem diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras, e incluem os testes de diferença e os testes de sensibilidade (ABNT, 1993; RODRIGUES *et al.*, 2016). Os métodos descritivos são constituídos por vários métodos dos quais pode-se destacar o perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva quantitativa (ADQ), testes descritivos temporais (Tempo-intensidade e Dominância Temporal das Sensações – TDS) e os métodos descritivos rápidos (*Check-all-that-apply* – CATA, *Sorting*, *Naping*, etc.) (ARES; JAEGER, 2015; CHOLLET *et al.*, 2011; VARELA; ARES, 2012). Os métodos descritivos objetivam a descrição do perfil sensorial do produto. Os afetivos são usados para avaliar a preferência e/ou aceitação de produtos. Acessam opinião direta com consumidor em relação as características do produto, por isso são também chamados de testes com consumidor (FERREIRA *et al.*, 2000).

A metodologia do CATA é caracterizado teste descritivo normalmente aplicado em consumidores. Método descritivo de fácil execução e compreensão utilizada para consumidores, resultando em respostas rápidas, atendendo a demanda da indústria de alimentos (ASIOLI *et al.*, 2017).

A metodologia CATA normalmente ocorre juntamente com o teste de aceitação, o que o torna ferramenta mais forte para a compreensão das características hedônicas e sensoriais de produtos alimentícios, completando os dados gerados pelos testes afetivos, de forma mais simples e rápida, quando comparado a outros teste descritivos (ARES *et al.*, 2010). Este método tem como vantagem permitir que o consumidor selecione múltiplas opções na análise dos atributos (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010). Por outra, as questões são mais fáceis para os participantes, e os seus atributos sensoriais mais pertinentes são identificados na sua própria língua, segundo a percepção do consumidor, sem a necessidade de estabelecer uma relação matemática com os dados dos provadores (ADAMS *et al.*, 2007; ARES *et al.*, 2010; JORGE *et al.*, 2015).

A metodologia *rate-all-that-apply* (RATA) surgiu no sentido de classificar a intensidade dos atributos que os avaliadores julgam aplicáveis ao produto. Pois a metodologia CATA apresenta formato de resposta binária que não permite uma medição direta da intensidade dos atributos percebidos, o que pode dificultar a discriminação entre produtos que possuem características sensoriais semelhantes, mas com intensidades diferentes. Exemplificando, diferentes formulações de sobremesas lácteas desenvolvidas, foram caracterizadas quando a espessura, cremosidade, doçura, entretanto, diferiam na intensidade de cada uma das características. Não seria possível apenas com dados gerados pelo CATA, caracterizar e discriminar com precisão as formulações (MEYNER; JAEGER; ARES, 2016). Diante ao constrangimento, pesquisas relatam a necessidade de os consumidores indicarem a intensidade dos atributos sensoriais (ARES *et al.*, 2011; WORCH *et al.*, 2010) e escalas de intensidade (POPPER, 2014).

Logo, a metodologia RATA foi proposta com objetivo de complementar o método CATA no que concerne a classificação da intensidade dos atributos que os avaliadores julgarem aplicáveis ao produto. Nesta metodologia os avaliadores assinalam quais atributos aplicáveis e também atribuem notas de intensidade para esses, utilizando uma escala categórica de 3 ou 5 pontos. Na escala de 3 pontos, os consumidores atribuem notas quanto a intensidade (1 = baixa, 2= média, e 3 = alta). Por outra, escala 5 pontos, eles atribuem valores de acordo com o grau de aplicabilidade do termo ao produto (1 = pouco aplicável a 5 = muito aplicável). Portanto, a metodologia RATA ajuda a aumentar a aplicabilidade do método original (CATA), por meio da

obtenção de informações de intensidade das características sensoriais, uma vez que, as respostas qualitativas eram vistas como uma desvantagem do CATA (MINIM; SILVA, 2016).

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com o atual interesse em produzir alimentos com uma vida útil mais longa, mas sem comprometer a qualidade do produto, objetivou-se elaborar e caracterizar as farinhas de cascas de limão siciliano (Sic), limão taiti (Tai), mexerica (Mex) e avaliar a capacidade antioxidante da sua adição na formulação de salames. Salames elaborados com FSic, FTai e FMex obtiveram propriedades físico-químicas semelhantes ao controle. Contudo, a adição de 0,4% de FSic ou FTai na formulação dos salames apresentou a aceitação semelhante ao salame sem adição de farinha (controle) em todos os atributos avaliados.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. *et al.* Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. *In: 7th PANGBORN SENSORY SCIENCE SYMPOSIUM*, 7., 2007, Minneapolis. **Annals [...]**. Minneapolis: Hyatt Regency, 2007.
- AL-HIJAZEEN, M.; AL-RAWASHDEH, M. Preservative effects of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) on quality and storage stability of chicken meat patties. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 39, n. 1, p. 1–8, Jan./Mar. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/MfX6qcYcxdpCbpG9ChZynKk/?lang=en>. Acesso em: 13 mar. 2022.
- ALVES, T. V. G. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant potential for polyphenol-rich cocoa extract obtained by agroindustrial residue. **Natural Product Research**, [Abingdon], v. 33, n. 4, p. 589–592, Feb. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29126366/>. Acesso em: 15 maio 2022.
- AMADOR, S. A. **Uso de extrato de goiaba (*Psidium guajava* L.) na prevenção da oxidação da carne de frango**. 2015. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- ANWAR, F. *et al.* Physico-chemical characteristics of citrus seeds and seed oils from Pakistan. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, [New York], v. 85, n. 4, p. 321–330, Apr. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225691163_Physico-Chemical_Characteristics_of_Citrus_Seeds_and_Seed_Oils_from_Pakistan. Acesso em: 11 jan. 2022.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2011. 601 p.
- ARES, G. *et al.* Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 21, n. 4, p. 417-426, June 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329309001785>. Acesso em: 15 fev. 2022.
- ARES, G. *et al.* Is a consumer panel able to reliably evaluate the texture of dairy desserts using unstructured intensity scales? Evaluation of global and individual performance. **Journal of Sensory Studies**, [Malden], v. 26, n. 5, p. 363-370, Oct. 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-459X.2011.00352.x>. Acesso em: 18 abr. 2022.
- ARES, G.; JAEGER, S. R. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 40, p. 199-208, Mar. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329314002043>. Acesso em: 13 jan. 2022.
- ASIOLI, D. *et al.* Adiscussion of recent methodologies for combining sensory and extrinsic product properties in consumer studies. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 56, p. 266-273, Mar. 2017. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329316300672>. Acesso em: 18 mar. 2022

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. N. 12806 - **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS. **Exportações de suco de laranja fecham safra em alta**. São Paulo: CITRUS BR, 2020. Disponível em: <https://citrusbr.com/noticias/exportacoes-de-suco-de-laranja-fecham-safra-em-alta/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

BACKES, Â. M. **Desenvolvimento de produto cárneo fermentado adicionado de óleo de canola**. 2011. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

BEHRENS, J. H. **Fundamentos e técnicas em análise sensorial**. São Paulo, 2010. 111 p.

BELLUCCI, E. R. B. **Aplicação de extratos de pitaiá e açaí em produtos cárneos: estudo da vida útil**. 2022. 141 p. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2022.

BERNARDI, S. **Funcionalidade de própolis livre e microencapsulada em salame tipo italiano**. 2010. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BIANCHI, M. de L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, maio/ago. 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/bzHBTqBfJr8jmJn3ZXx9nMs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 abr. 2022.

BLOUKAS, J. G.; PANERAS, E. D.; FOURNITZIS, G. C. Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, [Barking], v. 45, n. 2, p. 133–144, Feb. 1997. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22061297/>. Acesso em: 30 dez. 2022.

BOCCO, A. *et al.* Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. **Journal Agriculture Food Chemistry**, [s.l.], v. 46, n. 6, p. 2123-2129, May 1998. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf9709562>. Acesso em: 23 jul. 2022.

BOEIRA, C. P. *et al.* **Extração de compostos bioativos de semente de mamão papaya para aplicação como antioxidante natural em linguiça de frango**. *Nutrição e Saúde: os desafios do mundo contemporâneo*. João Pessoa: Instituto Medeiros de Educação Avançada, 2018. cap. 1. p. 18-42. <https://www.scielo.br/j/cr/a/PVfjbvPpxSPBtN6qSpfwyMQ/>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRAGA, G. C. *et al.* Extraction yield, antioxidant activity and phenolics from grape, mango and peanut agro-industrial by-products. **Ciência Rural**, [Santa Maria], v. 46, n. 8, p. 1498–1504, Aug. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/PVfjbvPpxSPBtN6qSpfwyMQ/>. Acesso em: 26 dez. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC N° 23, de 15 de fevereiro de 2005. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 15 de fevereiro de 2005. Aprova o “Regulamento técnico do uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos óleos e gorduras – subcategoria creme vegetal e margarinas”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 fev. 2005

BRASIL. Instrução Normativa N° 60, de 23 de dezembro de 2019. Regulamento Técnico Sobre Os Padrões Microbiológicos Para Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, Publicado em: 26/12/2019 Edição: 249 Seção: 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 16 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n° 22, de 31 de julho de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Salame. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2000. Seção 1, p. 15-28.

BRAZ FILHO, R. Contribuição da fitoquímica para o desenvolvimento de um país emergente. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 229-239, jan. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/cFFbqjhnVjkTZ3krwFtXzsd/?lang=pt>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BRESSAN, M. C.; PEREZ, J. R. O. **Tecnologia de Carnes e Pescados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

CAMPAGNOL, P. C. B. *et al.* The influence of *achyrocline satureioides* (“Marcela”) extract on the lipid oxidation of salami. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 101-105, Jan./Mar. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/qPwsXWxz9ct8KwBNYptq9md/?lang=en>. Acesso em: 13 ago. 2022.

CAMPOS, L. M. A. S. **Obtenção de extratos de bagaço de uva Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*): parâmetros de processo e modelagem matemática**. 2005. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CARMO, J. S. do; NAZARENO, L. S. Q.; RUFINO, M. do S. M. Characterization of the acerola industrial residues and prospection of their potential application as antioxidant dietary fiber source. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 38, n. 1, p. 1–6, Dec. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/kFZS7mVCtv63fKRjW5CwpTk/?lang=en>. Acesso em: 22 set. 2022.

CERRI-NETO, B. *et al.* Caracterização físico-química das frutas de sete genótipos de laranjas da coleção de *citrus* spp. Incaper, fazenda experimental de Sooretama, ES. *In: I SICT DO INCAPER*, 24., 2016, Vitória. **Anais [...]**. Vitória, 2016.

CHEDE, P. S. Phytochemical analysis of *Citrus sinensis* peel. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 339-343, Jan. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/288687842_Phytochemical_analysis_of_Citrus_sinensis_peel. Acesso em: 12 out. 2022.

CHIATTONE, P. V. **Ácido ascórbico, eritorbato e mistura comercial na redução da oxidação de hambúrguer bovino processado com água ozonizada**. 2010. 124 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CHOLLET, S. *et al.* Sort and beer: Everything you wanted to know about the sorting task but did not dare to ask. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 22, n. 6, p. 507-520, Sept. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329311000255>. Acesso em: 25 nov. 2022.

CONEGLIAN, S. M. *et al.* **Utilização de antioxidantes nas rações**. 152. ed. Londrina: PUBVET, 2011. 5 v.

DIAS, R. *et al.* Recent advances in extracting phenolic compounds from food and their use in disease prevention and as cosmetics. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [Philadelphia], v. 61, n. 7, p. 1130-1151, Apr. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32338035/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

DOOLEY, L.; LEE, Y.-S.; MEULLENET, J.-F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 21, n. 4, p. 394-401, June 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329309001554>. Acesso em: 20 dez. 2022.

DUBICK, M. A.; OMAYE, S. T. Modification of atherogenesis and heart disease by grape wine and tea polyphenols. *In*: WILDMAN, R. E. C. (ed.). **Handbook of Nutraceutical and Functional Food**. Nova Iorque: CRC Press, 2001. p. 143-153.

DUDA-CHODAK, A.; TARKO, T. Antioxidant properties of different fruit seeds and peels. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, [Poland], v. 6, n. 3, p. 29–36, 2007. Disponível em: https://www.food.actapol.net/pub/3_3_2007.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

ELVAS, A. B. C. **Utilização de bagaço de maçã como ingrediente alimentar em iogurte com potencial efeito benéfico para a saúde**. 2016. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar) Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal, 2016.

FERRARI, C. K. B. Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: Mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 3-14, jun./jul. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/3fvHSvtHgbjXgYjRQqm8QKr/?lang=pt>. Acesso em: 15 fev. 2022.

FERREIRA, V.L.P. *et al.* **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. manual: série qualidade. Campinas, SBCTA, 2000. 127p.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. **Estimativa da safra de laranja 2020/2021 do Cinturão Citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**. FUNDECITRUS, 2020.

Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2020_05_11_Sumario-Executivo-da-Estimativa-da-Safra-de-Laranja-2020-2021.pdf. Acesso em: 18 jun. 2022.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**: retrato dos pomares em março de 2017. São Paulo: FUNDECITRUS, 2017. p. 95.

GARCIA-MATEOS, M. D. R. (eds.). **Phenolic Compounds - Biological Activity**. London: IntechOpen, 2017.

GATELLIER, P. *et al.* Use of a fluorescence front face technique for measurement of lipid oxidation during refrigerated storage of chicken meat. **Meat Science**, [Barking], v. 76, n. 3, p. 543-547, July 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174007000241>. Acesso em: 28 abr. 2022.

GONÇALVES, R. M. F. **Estudo da inibição de tripsina por compostos fenólicos isolados de fontes naturais**: efeito antinutricional de bebidas comuns. 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ciência e Segurança Alimentar) - Universidade do Porto, Porto, 2007.

IBAÑEZ, C. *et al.* Dry fermented sausages elaborated with *Lactobacillus plantarum* – *Staphylococcus carnosus*: effect of partial replacement of NaCl with KCl on the proteolytic and insolubilization processes. **Meat Science**, [Barking], v. 46, n. 3, p. 277-284, July 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174097000223>. Acesso em: 12 maio 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Análise sensorial**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IAL, 2008. 42 p.

INSTITUTO FNP. **Agrianual 2017**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2017. p. 233-262.

JASIM, A. R. Phytochemical study of some flavonoids present in the fruit peels of citrus reticulata grown in Iraq. **Kerbala Journal of Pharmaceutical Sciences**, [s.l.], v. 3, n. 3, p. 136–151, Feb. 2012. Disponível em: https://www.iraqjournals.com/article_53595_0.html. Acesso em: 15 set. 2022.

JORGE, E. da C. *et al.* Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. **Meat Science**, [Barking], v. 100, p. 124-133, Feb. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174014004367>. Acesso em: 15 ago. 2022.

KAMEMURA, N. Butylated hydroxytoluene, a food additive, modulates membrane potential and increases the susceptibility of rat thymocytes to oxidative stress. **Computational Toxicology**, [s.l.], v. 6, p. 32-38, May 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468111318300288>. Acesso em: 27 set. 2022.

KHAN, R. A.; RIAZ, A. Behavioral effects of *Citrus limon* in rats. **Metabolic Brain Disease**, [New York], v. 30, n. 2, p. 589-596, Apr. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25227172/>. Acesso em: 17 out. 2022.

KLIMEK-SZCZYKUTOWICZ, M.; SZOPA, A.; EKIERT, H. *Citrus limon* (Lemon) Phenomenon - A review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. **Plants**, [Basel], v. 9, n. 1, p. 119, Jan. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31963590/>. Acesso em: 11 ago. 2021.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Data relationships and multivariate applications. 2nd ed. **Sensory evaluation of food**. New York: Springer, 2010. p. 433-449.

LEE, Y.-H. *et al.* Extraction of nobiletin and tangerine from *Citrus depressa* Hayata by supercritical carbon dioxide with ethanol as modifier. **Industrial Crops and Products**, [Amsterdam], v. 31, n. 1, p. 59-64, Jan. 2010. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301708092>. Acesso em: 22 maio 2022.

LI, B. B.; SMITH, B.; HOSSAIN, Md. M. Extraction of phenolics from citrus peels: I. Solvent extraction method. **Separation and Purification Technology**, [Amsterdam], v. 48, n. 2, p. 182-188, Mar. 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586605002145>. Acesso em: 22 jun. 2022

LORENTE, J. *et al.* Chemical guide parameters for Spanish lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.) juices. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 162, p. 186-191, Nov. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24874375/>. Acesso em: 27 nov. 2022.

LORENZO, J. M. *et al.* Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 106, p. 1095-1104, Apr. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996917308591>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MA, Y. *et al.* Ultrasound-assisted extraction of hesperidin from Penggan (*Citrus reticulata*) peel. **Ultrasonics Sonochemistry**, [Amsterdam], v. 15, n. 3, p. 227-232, Mar. 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17584518/>. Acesso em: 24 jan. 2022.

MADHURI, S. *et al.* Antimicrobial activity of *Citrus sinensis* and *Citrus aurantium* peel extracts. **Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation**, [s.l.], v. 3, n. 4, p. 366-368, Sept. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273934647_antimicrobial_activity_of_citrus_sinensis_and_citrusaurantium_peel_extracts. Acesso em: 24 mar. 2022.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. da. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 659-664, dez. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/Kp9JZy3xyrky5JTHN3yMPbM/?lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MARANGONI, C.; MOURA, N. F. Antioxidant activity of essential oil from *Coriandrum Sativum* L. in Italian salami. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p.

124-128, Mar. 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/sv7sCCqHWjvTbYx9XTkmHsm/abstract/?lang=en>. Acesso em: 22 abr. 2022.

MARTILLANES, S. *et al.* Application of phenolic compounds for food preservation: food additive and active packaging. *In: SOTO-HERNANDEZ, M.; PALMA-TENANGO, M.; MENDES, A. C. G. Salames tipo milano adicionados de subprodutos da elaboração de vinhos.* 2013. 143 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MEYNER, M.; JAEGER, S. R.; ARES, G. On the analysis of Rate-All-That-Apply (RATA) data. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 49, p. 1-10, Apr. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329315300045>. Acesso em: 26 maio 2022.

MINIM, V. P. R.; SILVA, R. **Análise sensorial descritiva.** Viçosa: Editora UFV, 2016.

MIRANDA, A. F. M. DE. **Determinação dos teores de flavonas e flavanonas em cascas de frutas cítricas cultivadas no Brasil para posterior isolamento e aplicação nas indústrias de alimentos e farmacêutica.** 2013. 136 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013

MONTEL, M. C.; MASSON, F.; TALON, R. Bacterial role in flavour development. **Meat Science**, [Barking], v. 49, n. 1, p. 111-123, 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22060704/>. Acesso em: 16 jun. 2022.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, [Goiânia], v. 3, n. 2, p. 99-112, nov. 2006. Disponível em: <https://www.saudedireta.com.br/docsupload/1356828224Nutreuticos.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2022.

MUGUERZA, E. *et al.* New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 15, n. 9, p. 452–457, Sept. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224404001104>. Acesso em: 16 nov. 2022

NICOLOSI, E. Origin and Taxonomy. *In: KHAN, I. A. (ed.). Citrus genetics, breeding and biotechnology.* Cambridge: CAB International, 2007. p. 27-39.

NUNES, P. M. P. *et al.* Importância do aproveitamento dos resíduos industriais da semente de Citrus. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 10, n. 1, jan./jun. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287431558_A_IMPORTANCIA_DO_APROVEITAMENTO_DOS_RESIDUOS_INDUSTRIAIS_DA_SEMENTE_DE_Citrus. Acesso em: 18 ago. 2022.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos.** Porto Alegre: Artmed, 2005. 1 v. 294 p.

OSPINA-E, J. C. *et al.* Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork back fat substitutes in sausage formulations. **Meat Science**, v. 84, n. 3, p. 491-497,

Mar. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20374815/>. Acesso em: 28 set. 2022.

PAIS, S. C. **Bagas de sabugueiro: extração e aplicação no iogurte**. 2021. 85 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Escola Superior Agrária de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2021.

PANWAR, D. *et al.* Unraveling the scientific perspectives of citrus by-products utilization: Progress towards circular economy. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 111, p. 549-562, May 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421002107>. Acesso em: 13 ago. 2022.

PERES, L. E. P. **Metabolismo secundário**. 2011. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/49057748/metabolismo-secundario>. Acesso em: 23 ago. 2022.

POPPER, R. Use of just-about-right scales in consumer research. *In: Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling*. Nova York: CRC Press, 2014. p. 150-169.

RAHATE, K. A.; MADHUMITA, M.; PRABHAKAR, P. K. Nutritional composition, antinutritional factors, pretreatments-cum-processing impact and food formulation potential of faba bean (*Vicia faba* L.): A comprehensive review. **LWT - Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 138, Mar. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820317850>. Acesso em: 21 set. 2022.

RAMFUL, D. *et al.* Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: potential prophylactic ingredients for functional foods application. **Toxicology**, [Clare], v. 278, n. 1, p. 75-87, Nov. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300483X10000235>. Acesso em: 25 out. 2022.

RAMOS, E. M. *et al.* **Conservação e industrialização de produtos cárneos**. Lavras, 2014.

REISHCE, D. W. *et al.* **Antioxidants**. 3th ed. Nova York: CRC Press, 1997. p. 409–432.

RIBEIRO, J. S. *et al.* Natural antioxidants used in meat products: A brief review. **Meat Science**, [Barking], v. 148, p. 181–188, Feb. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174018303577>. Acesso em: 12 dez. 2022.

RITTER, A. R. C. *et al.* Evaluation of celery extract (*Apium graveolens* L.) as a natural curing agent in the production of Italian-type Salami with native starter cultures. **Brazilian Journal of Development**, [Curitiba], v. 6, n. 5, p. 25685-25702, May 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/9734>. Acesso em: 25 out. 2022.

RODRIGUES, J. F. *et al.* Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 54, p. 51-57,

Dec. 2016. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095032931630132X>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SAIDANI, M.; DHIFI, W.; MARZOUK, B. Lipid evaluation of some tunisian citrus seeds. **Journal of Food Lipids**, [Malden], v. 11, n. 3, p. 242–250, Sept. 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4522.2004.01136.x>. Acesso em: 26 dez. 2022.

SANTA, O. R. D. **Avaliação da qualidade de salames artesanais e seleção de culturas starter para a produção de salame tipo italiano**. 2008. 147 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SANTOS, F. R. **Caracterização físico-química de frutos e determinação de óleos essenciais da casca de trinta variedades de laranjas doces**. 2020. 121 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

SCHEID, G. A. **Avaliação sensorial e físico-química de salame tipo italiano contendo diferentes concentrações de cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*)**. 2001. 94 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SCHIASSI, M. C. E. V. *et al.* Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 245, p. 305-311, Apr. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814617317454>. Acesso em: 25 out. 2022.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. By products of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, [Cambridge], v. 12, n. 11, p. 401-413, Nov. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224402000122>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SELANI, M. M. *et al.* Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 386, p. 70-79, 2009.

SELANI, M. M. **Extrato de bagaço de uva como antioxidante natural em carne de frango processada e armazenada sob congelamento**. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SHARMA, K.; MAHATO, N.; LEE, Y. R. Extraction, characterization and biological activity of citrus flavonoids. **Reviews in Chemical Engineering**, [Israel], v. 35, n. 2, p. 265–284, Jan. 2019. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/revce-2017-0027/html>. Acesso em: 12 jan. 2022.

SINGH, B. *et al.* Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 132, June 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920301393>. Acesso em: 12 jan. 2022.

SINGH, R. P. Scientific principles of shelf life evaluation. *In*: MAN, C. M. D.; JONES, A. A. (orgs.). **Shelf life evaluation of foods**. Suffolk: Chapman & Hall, 1996. p. 3-26.

SOUSA, C. M. de M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351–355, abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/4d6yvCyDmhHyfP9ZJqV6nDy/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SOUSA, P. F. C. **Avaliação de laranjeiras doces quanto à qualidade de frutos, períodos de maturação e resistência a *Guignardia citricarpa***. 2009. 102 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

SOUZA, G. G. de *et al.* A uva roxa, *Vitis vinifera* L. (Vitaceae): seus sucos e vinhos na prevenção de doenças cardiovasculares. **Natureza**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 80-86, jan. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237467001_A_uva_roxa_Vitis_vinifera_L_Vitacea_e_-_seus_sucos_e_vinhos_na_prevencao_de_doencas_cardiovasculares4. Acesso em: 25 mar. 2022.

SULEMAN, R. *et al.* Effect of cooking on the nutritive quality, sensory properties and safety of lamb meat: Current challenges and future prospects. **Meat Science**, [Barking], v. 167, Sept. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32422547/>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SUMMO, C.; CAPONIO, F.; PASQUALONE, A. Effect of vacuum-packaging storage on the quality level of ripened sausages. **Meat Science**, [Barking], v. 74, n. 2, p. 249-254, Oct. 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22062832/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

TAZIMA, Z. H. *et al.* Produção e qualidade dos frutos de clones de laranjeira ‘Pera’ no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 189-195, mar. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/hxGBWXmLfrDkbLMbwxmQsxR/?lang=pt>. Acesso em: 28 mar. 2022.

TERRA, A. B. de M.; FRIES, L. L. M.; TERRA, N. N. **Particularidades na fabricação de salame**. São Paulo: Livraria Varela, 2004.

TERRA, N. N. **Apontamentos sobre tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 2005.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carnes e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988. 121 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Citrinos: mercados e comércio mundial**. USDA, 2021. p. 1-13. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/Citrus.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 48, n. 2, p. 893-908, Oct. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996912002487>. Acesso em: 11 jul. 2022.

WANG, H. *et al.* Antioxidant and antiinflammatory activities of anthocyanins and their aglycon, cyanidin, from tart cherries. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 62, n. 2, p. 294-396, Feb. 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10075763/>. Acesso em: 21 ago. 2022.

WANKENNE, M. A. Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. **Food Ingredients Brasil**, v. 29, p. 38–45, 2014. Disponível em: https://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf. Acesso em: 15 maio 2022.

WORCH, T. *et al.* How reliable are the consumers? Comparison of sensory profiles from consumers and experts. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 21, n. 3, p. 309-318, Apr. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329309000822>. Acesso em: 25 set. 2022.

YANG, X. *et al.* Developmental toxicity of synthetic phenolic antioxidants to the early life stage of zebrafish. **Science of the Total Environment**, v. 643, p. 559-568, Dec. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718322897>. Acesso em: 29 out. 2022.

ZAMUZ, S. *et al.* Application of hull, bur and leaf chestnut extracts on the shelf-life of beef patties stored under MAP: evaluation of their impact on physicochemical properties, lipid oxidation, antioxidant, and antimicrobial potential. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 112, p. 263-273, Oct. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30131137/>. Acesso em: 29 out. 2022.

ZANARDI, M. *et al.* Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. **Meat Science**, [Barking], v. 66, n. 2, p. 415-423, Feb. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174003001293>. Acesso em: 19 nov. 2022.

ZEB, A. Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods. **Journal of Food Biochemistry**, [Malden], v. 44, n. 9, p. 13394, Sept. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfbc.13394>. Acesso em: 15 dez. 2022.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS CIENTÍFICOS

ARTIGO 1 - CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS DE CASCAS DE FRUTAS CÍTRICAS PARA USO COMO ANTIOXIDANTES NATURAIS EM ALIMENTOS

Artigo redigido conforme a norma do periódico
Flavour and Fragrance Journal (ISSN:1099-1026)
“Versão Preliminar”

RESUMO

A indústria cítrica produz elevadas quantidades de resíduos, mas com valorização reduzida. Com objetivo de agregar valor aos resíduos cítricos e demonstrar o seu potencial antioxidante, foram elaboradas e analisadas farinhas de cascas de três frutas cítricas: limão siciliano (Sic), limão taiti (Tai) e mexerica (Mex). As farinhas foram analisadas quanto ao perfil de fenólicos, fenólicos totais e atividade antioxidante. Os compostos fenólicos identificados foram, a catequina, ácido clorogênico, vanilina, ácido ferúlico, ácido *o*-cumárico, resveratrol e ácido trans-cinâmico. A farinha de Sic foi a que apresentou maior variedade de compostos fenólicos do que as demais farinhas. Quanto ao teor de compostos fenólicos totais houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as farinhas, teores altos foram observados na farinha de Tai (1144,4 mg EAG/g). A atividade antioxidante pelo método DPPH seguiu a ordem decrescente: farinha de Tai ($> 500 \text{ g mL}^{-1}$) > farinha de Sic ($> 500 \text{ g mL}^{-1}$) > farinha de Mex (1671,24 g mL⁻¹) e para o método de inibição do branqueamento de β -caroteno a ordem foi decrescente: farinha de Tai (171,74 g mL⁻¹) > farinha de Sic (244,33 g mL⁻¹) > farinha de Mex (263,72,24 g mL⁻¹). Já para o método TBARS seguiu a ordem decrescente: farinha de Mex (7,7 g mL⁻¹) > farinha de Sic (740,89 g mL⁻¹) > farinha de Tai (854,34 g mL⁻¹). Quanto ao método fosfomolibdênio a ordem decrescente de atividade antioxidante consistiu: farinha de Mex ($2,53 \times 10^{-3} \text{ mg/100g}$) > farinha de Sic ($2,11 \times 10^{-3} \text{ mg/100g}$) > farinha de Tai ($1,13 \times 10^{-3} \text{ mg/100g}$). Pode-se concluir que farinhas da casca de frutas cítricas de Sic, Tai e Mex têm um elevado potencial antioxidante, podendo ser adicionados a formulações de alimentos.

Palavras-Chave: Resíduos cítricos, farinha cítrica, compostos fenólicos, atividade antioxidante.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em 2020, a produção mundial de frutas foi de 887 milhões de toneladas.¹ As frutas cítricas, que representam quase 18% da produção total de frutas, são as mais consumidas. O Brasil, China, Índia, México, EUA e Espanha participam com cerca de dois terços das frutas cítricas do mundo.² No entanto, a indústria de processamento de frutas produz elevada quantidade de resíduos, que inevitavelmente geram uma série de subprodutos, cascas, sementes, grãos, bagaço, que muitas vezes são usados para ração animal³ ou descartados.⁴ Preocupação desses resíduos é a sua contribuição para a poluição ambiental devido à sua elevada biodegradabilidade.⁵ Outro constrangimento está relacionado ao desperdício de alimentos e a perda econômica. Logo, mudanças no sistema agroalimentar são importantes para gestão desses resíduos de forma a facilitar a reutilização.⁶

Vários produtos podem ser recuperados de resíduos, incluindo óleos essenciais, pectina e compostos fenólicos.^{7,8} Os mais destacados são os compostos fenólicos pelo seu elevado potencial antioxidante.⁹ Nos últimos anos intensificou o interesse pela indústria de alimentos na substituição de antioxidantes sintéticos, especialmente o hidroxianisole butilado (BHA) ou hidroxitolueno butilado (BHT) pelos naturais,¹⁰ como uma alternativa mais saudável¹¹ objetivando retardar o início das reações oxidativas que causam a rancidez dos alimentos, melhorando desse modo a qualidade dos produtos.¹²

Babaoglu et al¹³ pesquisaram a adição de extrato de frutas vermelhas em hambúrguer. Os resultados demonstraram que ao longo do tempo, os valores de TBARS para as amostras contendo extrato de amora preta foram reduzindo comparado com a da amostra controle. A adição de extratos de amora preta melhorou a qualidade do produto, inibindo as reações oxidativas. Boeira et al¹⁴ utilizaram o extrato natural de semente de mamão (*Carica papaya L.*) em linguiça de frango. As análises demonstraram eficiência na diminuição da oxidação lipídica do produto estudado e prolongada vida de prateleira. Nishad et al¹⁵ empregaram extratos de noz-moscada e de casca de frutas cítricas em almôndegas congeladas concluíram, que estes são compostos com elevada capacidade antioxidante e podem ser usados com sucesso para estender a vida útil dos produtos cárneos congelados. Balestro et al¹⁶ em pesquisas utilizando farinha de casca proveniente da elaboração de vinho na formulação de barras de cereais permitiu obter um produto com elevada atividade antioxidante.

Os objetivos deste trabalho foram identificar a composição fenólica de três farinhas de cascas de frutas cítricas, determinar teor fenólico e atividade antioxidante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparação das farinhas

As farinhas foram elaboradas usando a casca de frutas cítricas: limão siciliano, limão taiti e mexerica, adquiridas no mercado varejista do Município de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

As frutas foram selecionadas foram lavadas com água corrente, higienizadas em solução de hipoclorito de sódio 20 ppm por 15 min, descascadas e picadas. Em seguida as cascas foram colocadas em bandejas de forma padronizada e levadas à estufa ventilada (Mod.320-SE; FANEM São Paulo, Brasil) previamente aquecida a 55°C. Após o período de 72 h, as cascas foram retiradas da estufa e moídas (Laboratory Mill 310; Perten, Hägersten, Suécia), peneiradas em poros de 250 μm (Bertel, São Paulo, Brasil). As farinhas obtidas foram embaladas a vácuo e armazenadas até o momento das análises.

2.2 Análises

2.2.1 Identificação e quantificação de compostos fenólicos

Os compostos fenólicos foram extraídos das farinhas cítricas de acordo com Germek et al¹⁷ com pequenas modificações. Cerca de 20 mL de metanol 80% (v/v) foram adicionados a 0,5 g de farinha, a mistura foi homogeneizada por 20 min em banho ultrassônico a 50°C (UNIQUE Ultraclear, USC-750A), seguido de centrifugação a 3000 g por 7 min (K14-4000; KASVI, São José do Pinhais, PR, Brazil). O sobrenadante foi filtrado em filtro de seringa de acetato de celulose (Filtres Fioroni, Ingré, França) de 0,45 μm de poro. Uma alíquota de 20 μL do filtrado foi utilizada para identificação e quantificação de compostos fenólicos individuais utilizando um cromatógrafo líquido de alta eficiência com detector de arranjo de diodos (HPLC-DAD/UV-vis; Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão). Utilizou-se uma fase móvel aquosa (fase móvel A) de ácido acético 2% (v/v) e uma fase orgânica (fase móvel B) de metanol/água/ácido acético 70:28:2 (v/v). Os compostos fenólicos foram identificados em 280 nm comparando os tempos de retenção com os padrões. Os resultados foram expressos em miligramas do composto fenólico por grama de amostra.

2.2.2 Fenólicos totais

A extração dos compostos fenólicos totais presentes nas farinhas cítricas foi realizada seguindo metodologia descrita por Miranda et al¹⁸ Cerca de 10 mL de uma solução etanólica 50% (v/v) foram adicionados a 1 g de cada farinha e a mistura submetida a banho ultrassônico a 50°C por 60 min. Após esse período, os materiais insolúveis foram removidos por filtração e

os sobrenadantes foram armazenados até a determinação de fenólicos pelo teste de Folin-Ciocalteu. Os resíduos sólidos foram secos e o rendimento das extrações foram calculados como a porcentagem de perda de massa do material de partida. Na determinação de fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu¹⁹ e 1 mL de cada sobrenadante foram adicionados de 5 mL de água destilada e 0,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 50%. A mistura foi agitada e após 5 min de repouso adicionou-se 1 mL de Na₂CO₃ 5%. Os tubos foram agitados por 1 min em agitador de tubos tipo vortex (Phoenix, modelo AP-59, Araraquara, São Paulo, Brasil) e após incubação em temperatura ambiente e ao abrigo de luz por 60 min realizou-se leituras de absorbância em espectrofotômetro UV/VIS (Shimadzu UV-160 1 PC) a 725 nm. O etanol foi utilizado como branco e a determinação de compostos fenólicos totais foi realizada por meio de uma curva de ácido gálico (10 a 100 mg mL⁻¹) e o teor de compostos fenólicos nas farinhas foi expresso em mg equivalente de ácido gálico por grama de amostra.

2.2.3 Atividade antioxidante

2.2.3.1 Estabilização de radicais DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil)

A avaliação antioxidante pela estabilização de radicais DPPH foi realizada conforme metodologia descrita por Ferreira et al²⁰ com algumas modificações. Em tubos de ensaio, 2,7 mL de solução etanólica de DPPH (0,04 mg/mL) e 300 µL de amostras diluídas em etanol nas concentrações de 1 a 500 µg L⁻¹ foram incubadas por 1 hora ao abrigo de luz. O etanol foi utilizado como controle negativo em substituição às amostras e o branco foi preparado a partir de 2,7 mL de etanol e 300 µL de amostras na maior concentração. Após a incubação, foram realizadas leituras em espectrofotômetro UV/VIS (Shimadzu UV-160 1 PC) em 515 nm. O ensaio foi realizado em triplicata e o antioxidante butil-hidroxitolueno (BHT) utilizado como controle positivo. A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) foi mensurada pela Equação 1, e o IC₅₀ determinado pela equação da curva de concentração *versus* %AA.

$$\%AA = 1 - \frac{A_{\text{amostra}}}{A_{\text{controle}}} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

em que, A_{amostra} é a absorbância da solução contendo todos os reagentes e A_{controle} é a absorbância do controle.

2.2.3.2 Branqueamento de β-caroteno

A avaliação antioxidante branqueamento de β-caroteno foi determinada segundo metodologia descrita por Kulisic et al²¹ com modificações. Para tal, uma emulsão contendo 3

mg de β -caroteno, 200 mg de ácido linoleico, 1 g de Tween 20 e 15 mL de clorofórmio foi preparada em um balão de fundo redondo de 500 mL. A mistura foi rota-evaporada por 60 min a 50°C, para eliminação do clorofórmio. Ao resíduo, foram adicionados 750 mL de água destilada saturada em oxigênio. A determinação da atividade antioxidante foi realizada com quatro repetições; para isso, 300 μ L de amostras nas concentrações de 1 a 500 μ g/mL e 2,7 mL de solução A foram adicionados aos tubos de ensaio. Paralelamente, foram preparados o controle negativo e o branco. O controle negativo foi obtido pela adição de 300 μ L de etanol e 2,7 mL de solução A e o branco pela adição de 2,7 mL de água destilada e 300 μ L da amostra na maior concentração. Foram realizadas leituras em espectrofotômetro UV/VIS (Shimadzu UV-160 1 PC) à 470 nm no tempo inicial ($t = 0$) e, após 60 min de incubação, a 50°C na ausência de luz. Utilizou-se o antioxidante sintético BHT como padrão para comparações.

A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) foi calculada pela Equação 2.

$$\%AA = 100 - \left[1 - \frac{(A_0 - A_t)}{(A_{00} - A_{0t})} \right] \quad (\text{Eq.2})$$

em que, A_0 e A_{00} representam as absorbâncias da amostra e do controle no início da incubação, respectivamente, e A_t e A_{0t} representam as absorbâncias da amostra e do controle após 60 min de incubação, respectivamente.

2.2.3.3 Espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

A capacidade antioxidante em inibir a peroxidação lipídica, conseqüentemente a formação de malonaldeído (MAD), foi determinada pelo ensaio de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), seguindo metodologia descrita por Bounatirou et al.²² Uma emulsão de gema de ovo 10% (m/v) em KCl (1,15%) foi usada como fonte de lipídios, 500 μ L dessa solução foram incubados com 100 μ L de amostras diluídas em etanol nas concentrações de 50 a 2000 μ g L⁻¹, 100 μ L de FeSO₄ (0,25 mM; EDTA 0,32 mM), 100 μ L de solução H₂O₂ 0,017 M a 50°C por 30 min. Em seqüência, 1,5 mL de ácido acético (20%) e 1,5 mL ácido tiobarbitúrico (0,8% em SDS 1,1%) foram adicionados à mistura, seguido de nova incubação a 95°C por 60 min, resfriamento até temperatura ambiente, adicionado de 1,5 mL de butanol, agitação, centrifugação por 5 min a 3000 xg e leitura de absorbância em espectrofotômetro UV/VIS (Shimadzu UV-160 1 PC) à 532 nm. No controle negativo as amostras foram substituídas por etanol, o antioxidante BHT foi utilizado como controle positivo e todo ensaio

foi realizado em triplicata. A porcentagem de atividade antioxidante e o IC₅₀ foram mensurados conforme descrito no item 2.2.3.1.

2.2.3.4 Método de complexação do fosfomolibdênio

Em tubos de ensaio adicionaram-se 50 µL das diluições etanólicas das farinhas nas concentrações de 1 a 500 µg/mL e 2000 µL da solução do complexo de fosfomolibdato de amônio (ácido sulfúrico 10%, fosfato de sódio 28 mmol/L e molibdato de amônia 4 mmol/L).

Os tubos foram fechados, agitados e colocados em banho-maria a 95°C por 60 min. Após o resfriamento, realizou-se a leitura em espectrofotômetro UV/VIS (Shimadzu UV-160 1 PC) à 695 nm.²³ BHT foi utilizado como controle positivo e os resultados foram expressos em absorbância *versus* concentração.

2.3 Análise estatística

O delineamento experimental para os ensaios de avaliação da atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos foi inteiramente casualizado. As médias e os valores de IC₅₀ foram comparadas por meio do teste Scott Knott com 5% de significância utilizando o programa Sisvar.²⁴

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Identificação dos compostos fenólicos presentes nas farinhas de *citrus*

Os compostos fenólicos nas farinhas cítricas foram identificados por HPLC pela comparação com o tempo de retenção dos padrões sintéticos de fenólicos conforme apresentado na Figura 1. Os resultados em termos gerais são satisfatórios, uma vez que foram identificados os compostos fenólicos nas três farinhas nomeadamente: catequina, ácido clorogênico, vanilina, ácido ferúlico, ácido *o*-cumárico, resveratrol e ácido trans-cinâmico.

Aguiar,²⁵ em estudos realizados para determinação de compostos fenólicos em extratos de frutas e vegetais identificaram por HPLC os compostos fenólicos: catequina, vanilina, ácido ferúlico, ácido *o*-cumárico, ácido cinâmico, tendo o estudo apresentado maior número. Melo et al²⁶, identificaram no extrato de uva Syrah apenas os compostos fenólicos, ácidos gálico, catequina, epicatequina e quercetina-3-glicosídeo.

Silva,²⁷ avaliando os principais compostos fenólicos encontrados em extratos de sementes de frutos, diferentemente dos resultados do estudo, foram identificados apenas os compostos, ácido *p*-cumárico, ácido salicílico e quercetina.

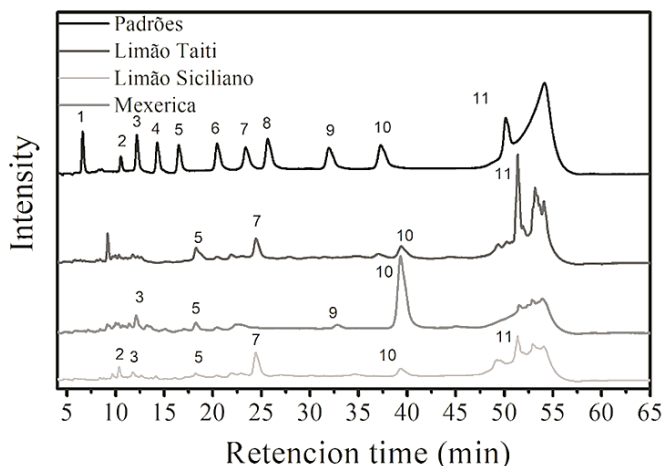


FIGURA 1 Identificação de compostos fenólicos por HPLC. ¹ Ácido gálico, ² Catequina, ³ Ácido clorogênico, ⁴ Ácido cafeico, ⁵ Vanilina, ⁶ Ácido *p*-cumárico, ⁷ Ácido ferúlico, ⁸ Ácido *m*-cumárico, ⁹ Ácido *o*-cumárico, ¹⁰ Resveratrol, ¹¹ Ácido trans-cinâmico.

3.2 Quantificação dos compostos fenólicos presentes nas farinhas de *citrus*

A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada por curva padrão conforme apresentado na Tabela 1. Os resultados revelam que os compostos majoritários nas farinhas cítricas foram: ácido ferúlico, catequina, resveratrol e o ácidos trans-cinâmico. A farinha de mexerica (Mex) apresentou maior teor de compostos fenólicos (559 mg/100g) comparativamente a farinha de limão taiti (Tai) (457 mg/100g) e farinha de limão siciliano (Sic) (420 mg/100g).

TABELA 1 Valores médios do teor de compostos fenólicos (mg fenólicos/100 g) nas farinhas cítricas.

Fenólicos	Tr	Farinha		
		Limão taiti (Tai)	Limão siciliano (Sic)	Mexerica (Mex)
Ácido gálico	6,61	-	-	-
Catequina	10,4	-	143	-
Ácido clorogênico	12,05	-	18	65
Ácido caféico	14,1	-	-	-
Vanilina	16,35	80	6	35
Ácido <i>p</i> -cumárico	20,13	-	-	-
Ácido Ferúlico	23,03	139	174	-
Ácido <i>m</i> -cumárico	25,22	-	-	-
Ácido <i>o</i> -cumárico	31,38	-	-	19
Resveratrol	36,1	59	37	440
Ácido trans-cinâmico	49,62	179	42	-
Total		457	420	559

TR = Tempo de retenção (min).

(-) Abaixo do limite de quantificação.

Em relação a quantificação dos compostos fenólicos presentes nas farinhas de *citrus* resultados parecidos foram encontrados por Aguiar,²⁵ em que a catequina e o ácido ferúlico foram os compostos majoritários. Silva,²⁸ em estudos caracterizando os resíduos de uva em análises cromatográficas revelaram elevado teor de catequina, epicatequina, ácido ferúlico, ácido cafeico e resveratrol resultados parecidos ao presente estudo.

3.3 Determinação de fenólicos totais

Os resultados da análise aos compostos fenólicos são apresentados na Tabela 2. Numa primeira análise observam-se diferenças entre todas as farinhas das cascas dos citros estudadas, apresentando variações entre 761,8 a 1144, mg EAG/g.

TABELA 2 Médias (\pm desvio-padrão) de fenólicos totais (mg EAG/100 g) nas farinhas cítricas.

Farinha	mg GAE/g farinha
Mexerica (Mex)	894,4 \pm 40,9 ^b
Limão siciliano (Sic)	761,8 \pm 8,8 ^a
Limão taiti (Tai)	1144,4 \pm 44,8 ^c

EAG = equivalente de ácido gálico

Os resultados encontrados no presente estudo, corroboram com aqueles encontrados por Paixão et al,³¹ em que o teor de compostos fenólicos totais na farinha de Tai foi elevado, com valores em torno de 1837,81 mg EAG /100 g.

Lima,²⁹ em estudos demonstrou que o teor de compostos fenólicos em amostras de farinha cítricas, foram mais ou menos semelhantes a este estudo, variando de 664,6 a 1117,1 mg EAG/100 g. Ramful et al,³⁰ em pesquisa com frutas cítricas concluíram que a quantidade de fenólicos totais nas cascas variou de 188,2 \pm 6,5 a 766,7 \pm 5,7 mg EAG/100 g demonstrando valores baixos comparativamente ao estudo em causa.

3.4 Atividade antioxidante

3.4.1 Estabilização de radicais DPPH

Pelos resultados da atividade oxidante utilizando o método DPPH (Figura 2), todas as farinhas cítricas e controle (BHT) apresentaram o comportamento antioxidante de dose dependente e exponencial (Figura 3A). Todas as farinhas revelaram uma baixa atividade antioxidante quando comparadas ao controle (BHT) (Tabela 3), tendo as farinhas de Tai e Sic apresentado elevada atividade antioxidante comparada a farinha de Mex. A presença de ácido ferúlico (Figura 4) nas farinhas de Tai e Sic como um dos compostos majoritários, resulta em

elevada atividade antioxidante, quando se utiliza o método de DPPH, pois apresenta grande facilidade para doar elétrons para estabilização do radical.

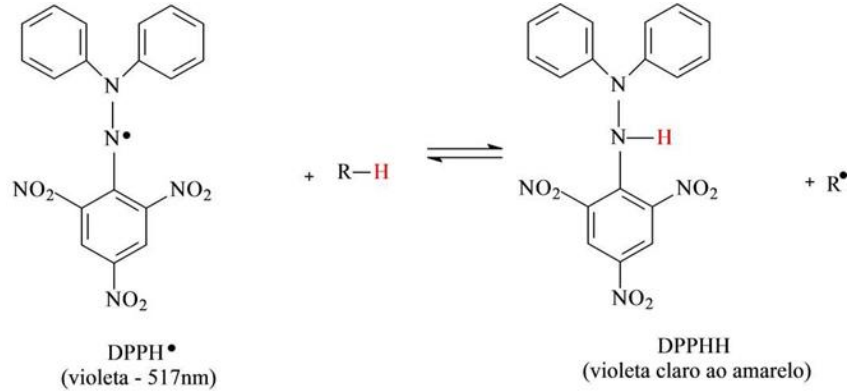


FIGURA 2 Estabilização do radical DPPH• por um antioxidante

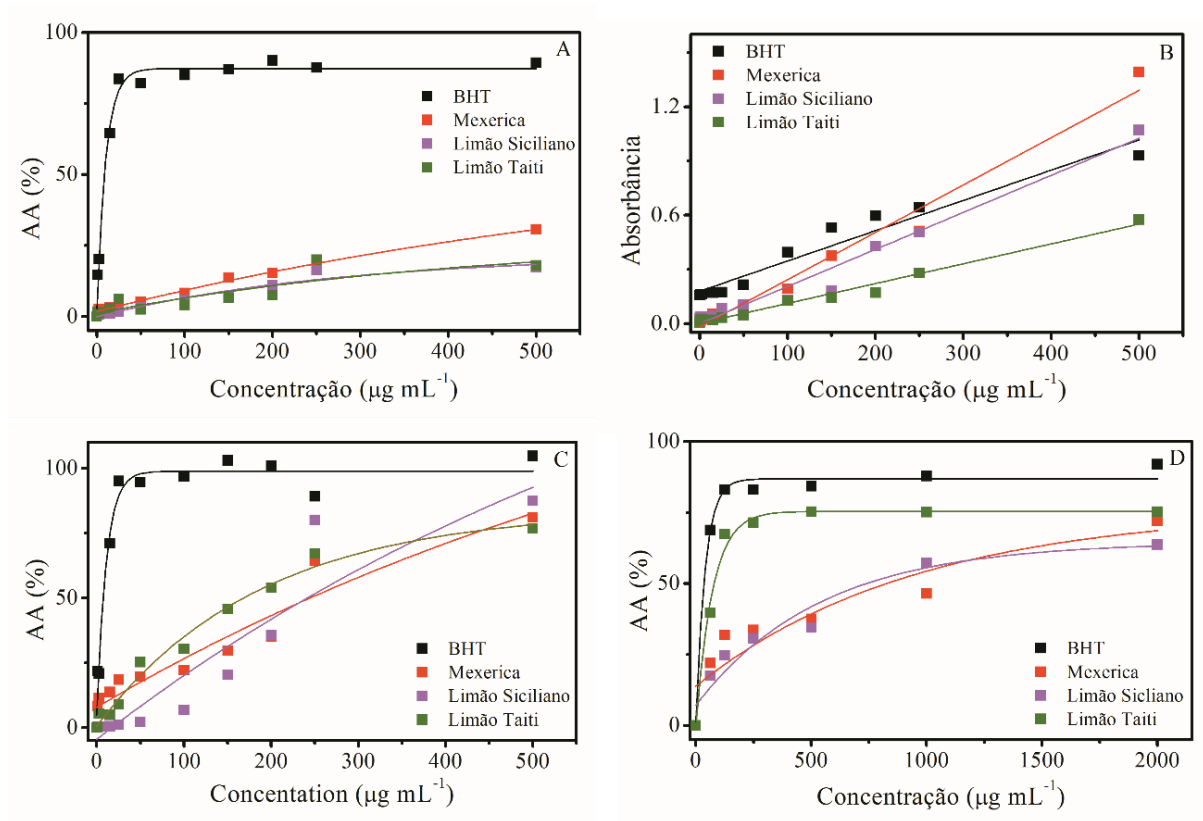


FIGURA 3 Potencial antioxidante de farinhas de citros avaliados pelos ensaios de (A) estabilização de radicais DPPH, (B) complexação pelo fosfomolibdênio, (C) branqueamento de β -caroteno e (D) TBARS.

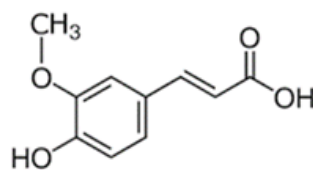


FIGURA 4 Ácido ferúlico ($\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$)

TABELA 3 Atividade antioxidante das farinhas cítricas e do controle BHT.

Amostra	IC50 $\mu\text{g mL}^{-1}$			Inclinação
	DPPH	β -caroteno	TBARS	Capacidade antioxidante total
BHT	8,55a	7,52a	34,29a	$1,49 \times 10^{-3}\text{b}$
Mexerica (Mex)	1671,24b	263,72d	77,99a	$2,53 \times 10^{-3}\text{d}$
Limão Siciliano (Sic)	> 500	244,33c	740,89b	$2,11 \times 10^{-3}\text{c}$
Limão Taiti (Tai)	> 500	171,74b	854,34c	$1,13 \times 10^{-3}\text{a}$

^{a-d} Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem ($P>0,05$) entre si pelo Teste Scott-Knott.

Os resultados corroboram com os de Taktaka et al³² que estudando a atividade antioxidante de espécies cítricas, *Citrus limon* obtiveram um valor de $0,260 \mu\text{g mL}^{-1}$ comparativamente a *Citrus reticulata* que apresentou $0,430 \mu\text{g mL}^{-1}$. A diminuição da absorvância do DPPH é justificada pela reação entre o radical e a molécula antioxidante, resultando na doação de hidrogênio levando à eliminação do radical.³³

Outro estudo realizado por Bonesi,³⁴ com óleos de *Citrus* pelo método DPPH, *Citrus limon* exibiu a maior atividade antioxidante no valor de $62,3 \mu\text{g mL}^{-1}$ comparativamente a *Citrus reticulata* que apresentou $475,2 \mu\text{g mL}^{-1}$ confirmando o resultado encontrado no presente estudo.

Estudos realizados por Salgueiros et al³⁵ corroboram com os resultados do presente estudo pois estes, avaliando o extrato de própolis, foi possível observar a presença de ácido ferúlico como composto majoritário, concluindo que a existência do composto contribuiu para melhorar capacidade antioxidante.

3.4.2 Branqueamento de β -caroteno

Os resultados da atividade antioxidante pelo método de branqueamento de β -caroteno demonstram que todas as farinhas e o tratamento controle (BHT) apresentaram o comportamento antioxidante dose dependente e exponencial (Figura 3C), sendo que as farinhas de Tai e Sic apresentaram elevada atividade antioxidante comparada a farinha de Mex (Tabela 3).

Gomes,³⁶ avaliando a capacidade antioxidante pelo método de branqueamento de β -caroteno em óleos essenciais de limão-taiti (*Citrus aurantifolia*), limão sicilino (*Citrus limon*), observaram que estes apresentaram atividade antioxidante acima de $500 \mu\text{g mL}^{-1}$, tendo o presente estudo apresentado melhores resultados.

Saidani et al ³⁷ avaliaram a atividade antioxidante dos sucos *cítricos* e observaram uma tendência decrescente na seguinte ordem: *Citrus sinensis* > *C. aurantium* > *C. lemon* > *C. reticulata*; confirmando os resultados deste estudo.

3.4.3 Espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

De acordo com os resultados obtidos pode-se inferir, que na avaliação da inibição da peroxidação lipídica realizada pelo método de TBARS na análise da interação entre os diferentes tipos de farinha, observou-se que todas as farinhas incluindo o controle (BHT) mostraram o comportamento antioxidante dose dependente e exponencial (Figura 3D). A farinha de Mex não apresentou diferença significativa comparada ao controle ($P > 0,05$), mas demonstrou maior atividade comparativamente as farinhas de Sic e Tai. Este resultado pode estar relacionado ao elevado teor de Resveratrol (Figura 5) na farinha de mexerica.

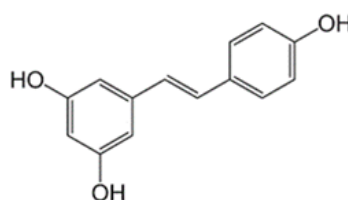


FIGURA 5 Resveratrol (C₁₄H₁₂O₃)

Estudos realizados por Lange et al ³⁸ reforçam os resultados encontrados neste trabalho uma vez que numa avaliação da atividade antioxidante do BHT em relação ao extrato de resveratrol, foi possível observar de maneira significativa a superioridade do resveratrol. Este resultado pode ser explicado pela estrutura química da molécula do resveratrol. Esta apresenta dois anéis aromáticos e ligações duplas, o que lhe confere o potencial antioxidante elevado, relevante para eficiência do método TBARS.

Castro et al ³⁹ Sautter et al ⁴⁰ pesquisando a atividade antioxidante de frutos observaram que, a uva destacou-se com maior potencial antioxidante. Essa vantagem pode estar relacionada com a possível influência do resveratrol presente na uva, um composto encontrado em grandes quantidades na casca da uva.

3.4.4 Método de complexação pelo fosfomolibdênio

Quanto maior a inclinação (Tabela 3) maior o poder redutor da farinha e maior a capacidade antioxidante. O resultado (Tabela 3 e Figura 3B) mostra que houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as farinhas e o controle (BHT), sendo que a farinha de Mex apresentou maior capacidade antioxidante pelo método de fosfomolibdênio, seguida da farinha

de Sic, BHT e por último a farinha de Tai. Esse resultado pode ser explicado pela constituição química das farinhas, uma vez que para o método de complexação pelo fosfomolibdênio, não é desejável a existência de ácidos carboxílicos. Ácidos carboxílicos, como ácido trans-cinâmico (Figura 6) são considerados maus redutores, o que justificada a baixa atividade antioxidante para farinha de Tai, pois este possui o ácido trans-cinâmico como composto majoritário.

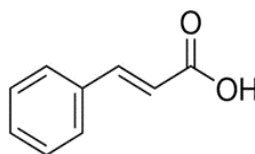


FIGURA 6 ácidos trans-cinâmico

Estudo conduzido por Gomes³⁶ demonstrou que não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre a atividade antioxidante dos óleos essenciais do limão taiti, limão siciliano e laranja utilizando o método redução de molibdênio. Os resultados encontrados pelos autores são diferente aos encontrados no presente estudo, podendo ser explicado pelo fato dos óleos essenciais apresentarem diferentes componentes majoritários.

4 CONCLUSÃO

Os diferentes tipos de farinhas cítricas obtidas neste estudo apresentaram diferenças em termos de perfil de fenólicos, teor de fenólicos totais e atividade antioxidante. As farinhas de Sic apresentaram maior quantidade de compostos fenólicos e os compostos majoritários em todas as farinhas cítricas foram: ácido ferúlico, catequina, resveratrol e o ácido trans-cinâmico. A farinha de Mex apresentou maior teor de compostos fenólicos em relação às demais. As farinhas de Sic e Taiti apresentaram maior atividade antioxidante pelos métodos de inibição do radical DPPH e branqueamento do β -caroteno. Já para os métodos de TBARS e complexação pelo fosfomolibdênio, a maior atividade antioxidante foi observada na farinha de Mex. Contudo, os resultados revelam que as farinhas de Tai, Sic e Mex apresentam potencial para serem usados como antioxidantes na formulação de produtos alimentares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Formação de Professores de Educação Superior de Países Africanos – (PROAFRI) do Ministério da Ciência e Tecnologia, Ensino Superior e Técnico-Profissional de Moçambique e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais

(FAPEMIG) pelo financiamento do projeto (CVZ APQ 02904-17) e a CAPES por investir na formação e educação dos estudantes.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. FAO. *Dados de Alimentos e Agricultura*. FAOSTAT, 2022. Available in: <http://www.fao.org/faostat/en/#dat>. Accessed in: April 17, 2022.
2. FAO. *Citrus Fruit Statistical Compendium 2020*. Roma, 2021. Available in: <https://www.fao.org/3/cb6492en/cb6492en.pdf>. Accessed in: July 22, 2022.
3. Teigiserova DA, Tiruta-Barna L, Ahmadi A, Hamelin L, Thomsen M. A step closer to circular bioeconomy for citrus peel waste: a review of yields and technologies for sustainable management of essential oils. *J Environ Manag.* 2021;280.
4. Panwar D, Saini A, Panesa PS, Chopra HK. Unraveling the scientific perspectives of citrus by-products utilization: Progress towards circular economy. *Trends Food Sci Technol.* 2021;111:549-562.
5. Breeze P. *Landfill waste disposal, anaerobic digestion, and energy production Energy from Waste*. London: Academic Press; 2018.
6. Osorio LLDR, Flórez-López E, Grande-Tovar CD, et al. The potential of selected agri-food loss and waste to contribute to a circular economy: applications in the food, cosmetic and pharmaceutical industries. *Molecules* 2021;26(2).
7. De la Rosa LA, Moreno-Escamilla JO, Rodrigo-García J, Alvarez-Parrilla E. *Compostos fenólicos - Fisiologia e bioquímica pós-colheita de frutas e hortaliças*. Amsterdam: Elsevier Inc; 2018.
8. Rafiq S, Kaul R, Sofi SA, Bashir N, Nazir F, Nayik GA. Casca de frutas cítricas como fonte de ingrediente funcional: uma revisão. *J Saudi Soc Agric Sci.* 2018;17(4):351-358.
9. Montenegro-Landívar MF, Tapia-Quirós P, Vecino X, et al. Fruit and vegetable processing wastes as natural sources of antioxidant-rich extracts: evaluation of advanced extraction technologies by surface response methodology. *J Environ Chem.* 2021;9(4).
10. Olszewska MA, Gędas A, Simões M. Antimicrobial polyphenol-rich extracts: applications and limitations in the food industry. *Food Res Int.* 2020;134.
11. Lourenço, S. C., Moldão-Martins, M., & Alves, V. D. (2019). Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications. *Molecules*, 2019;24(22): 4132.

12. Tamkutė L, Vaicekauskaitė R, Melero B, Jaime I, Rovira J, Venskutonis PR. Effects of chokeberry extract isolated with pressurized ethanol from defatted pomace on oxidative stability, quality and sensory characteristics of pork meat products. *LWT*, 2021;150.
13. Babaoglu AS, Unal K, Dilek NM, et al. Antioxidant and antimicrobial effects of blackberry, black chokeberry, blueberry, and red currant pomace extracts on beef patties subject to refrigerated storage. *Meat Sci.* 2022;187.
14. Boeira CP, et al. *Extração de compostos bioativos de semente de mamão papaya para aplicação como antioxidante natural em linguiça de frango*. Nutrição e Saúde: os desafios do mundo contemporâneo. Instituto Medeiros de Educação Avançada. 2018;18-42.
15. Nishad J, Koley TK, Varghese E, Kaur C. Synergistic effects of nutmeg and citrus peel extracts in imparting oxidative stability in meat balls. *Food Res Int.* 2018; 106:1026-1036.
16. Balestro EA, Sandri IG, Fontana RC. Utilização de bagaço de uva com atividade antioxidante na formulação de barra de cereais. *Rev Bras Produt Agroindustr.* 2011;13(2):195-201.
17. Germek VM, Zurga P, Koprivnjak O, et al. Phenolic composition of Croatian olive leaves and their infusions obtained by hot and cold preparation. *Czech J Food Sci.* 2021;39(5):393-401.
18. Miranda I, Lima L, Quilhó T, Knapic S, Pereira H. The bark of *Eucalyptus sideroxylon* as a source of phenolic extracts with anti-oxidant properties. *Ind Crops Prod.* 2016; 82:81-87.
19. Singleton VL, Rossi JAJR. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965; 16:144-158.
20. Ferreira VRF, Brandão RM, Freitas MP, et al. Colorimetric, electroanalytical and theoretical evaluation of the antioxidant activity of *Syzygium aromaticum* L., *Origanum vulgare* L., *Mentha spicata* L. and *Eremanthus erythropappus* M. essential oils, and their major constituents. *New J Chem.* 2019;43(20):7653-7662.
21. Kulisic T, Radonic A, Katalinic V, Milos M. Use of different methods for testing activity of oregano essential oil. *Food Chem.* 2004;85(4):633-640.
22. Bounatirou et al., (2007) Bounatirou, S., Smiti, S., Miguel, M. G., Faleiro, L., Rejeb, M. N., Neffati, M., Costa, M. M., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., & Pedro, L. G. (2007). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. Et Link. *Food Chemistry.* 2007; 105(1), 146–155.

23. Prieto P, Pineda M, Aguilar M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal Biochem.* 1999;269(2):337-341.
24. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistic analysis system. *Cienc Agrotec.* 2011;35(6):1039-1042.
25. Aguiar JMV de. Determinação de compostos bioativos em frutas e vegetais consumidos na região autónoma da madeira. 2017. 160 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Aplicada) – Universidade da Madeira, Funchal, 2017.
26. Melo, P. S., Massarioli, A. P., Denny, C., dos Santos, L. F., Franchin, M., Pereira, G. E., Vieira, T. M. F. de S., Rosalen, P. L., & Alencar, S. M. de. Winery by-products: Extraction optimization, phenolic composition and cytotoxic evaluation to act as a new source of scavenging of reactive oxygen species. *Food Chemistry*, 2015; 181, 160–169.
27. Silva. AC. Potencial de resíduos agroindustriais como fontes de compostos bioativos. 2014. Tese doutorado, São José do Rio Preto, 2014.
28. Silva, G. V. D., Machado, B. A. S., Oliveira, W. P. D., Silva, C. F. G. D., Quadros, C. P. D., Druzian, J. I., Ferreira, E. D. S., & Umsza-Guez, M. A. (2020). Effect of Drying Methods on Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity in Grape Skin Residues from the New Hybrid Variety “BRS Magna”. *Molecules*. 2020; 25(16), 3701.
29. Lima AG de. Uso de farinhas de cascas de frutas cítricas para saborização de cafés em diferentes graus de torrefação. 2021. 233 p. Tese (Doutorado em Ciências Nutricionais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.
30. Ramful D, Bahorun T, Bourdon E, Taarnus E, Aruoma OI. Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flaved extracts of Mauritian citrus fruits: potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicol.* 2010;278:75-87.
31. Paixão EN, Brito KD, Barroso AJR, Lima FCS, Oliveira HBL. Elaboração e avaliação físico-química da farinha de cascas do limão tahiti.,2019.
32. Olfa T, Gargouri M, Akrouti A, et al. A comparative study of phytochemical investigation and antioxidative activities of six citrus peel species. *Flavour Fragr J.* 2021;36(5):564-575.
33. Hong CJ, Chi-Tang H. Antioxidant activities of orange peel extracts. *J Agric Food Chem.* 1997; 45:235-237.
34. Bonesi M, Loizzo MR., Leporini M, Tenuta M.C, Passalacqua NG, Tundis R. Comparative evaluation of petitgrain oils from six Citrus species alone and in

- combination as potential functional anti-radicals and antioxidant agentes. *Plant Biosystems*.2018; 5: 986 –9933.
35. Salgueiro FB, Castro RN. Comparação entre a composição química e capacidade antioxidante de diferentes extratos de própolis verde. *Quím. Nova*. 2016; 39.
36. Gomes MS. Atividades biológicas dos óleos essenciais de três espécies do gênero citrus e de seus componentes majoritários. Dissertação (mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2014.
37. Saidani TM, Aidi WW, Ouerghemmi I, Jegham S, NJIMA YB, Hamdaoui G, Zemni H, Marzouk B. Juice components and antioxidant capacity of four Tunisian Citrus varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2011; 91 (1) :142 – 15115.
38. Lange MK, Heberlé G, Milão D. Avaliação da estabilidade e atividade antioxidante de uma emulsão base não-iônica contendo resveratrol. *Braz J Pharm Sci*. 2009;45(1):145-151.
39. Castro LCV, Franceschini SC, Priore SE, Pelúzio MCG. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. *Rev de Nutr*. 2004;17(3):369-377.
40. Sautter CK, Denardin S, Alves AO Mallmann CA, Penna NG, Hecktheuer LH. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. *Cienc Tecnol Aliment*. 2005;25(3):437-442.
41. Arabshahi-Delouee S, Urooj A. Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chem*. 2007;102(4):1233-1240.

ARTIGO 2 – CARACTERIZAÇÃO DE SALAMES FORMULADOS COM FARINHAS DE CASCA DE FRUTAS CÍTRICAS COMO ANTIOXIDANTES

Artigo redigido conforme a norma do periódico

Ciência Rural (ISSN: 2177-3491)

“Versão Preliminar”

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adição de cascas de farinhas de limão Siciliano e Taiti e da farinha de Mexerica na produção de salames. Os produtos foram elaborados com diferentes concentrações (0,4, 0,6, 0,8 e 1,2%) de farinha, mais o controle (sem adição), e avaliados quanto a propriedades físico-químicas e sensoriais. A perda de massa não foi afetada ($P > 0,05$) pelo tipo de farinha, mas a adição de 0,6% de farinha promoveu uma perda final 3,44 % menor do que nos demais produtos. Independentemente da concentração utilizada, a adição das farinhas não afetou ($P > 0,05$) os valores de pH (5,18), atividade de água (0,83) e nitrito residual (2,86 mg/kg) dos produtos, mas aumentou a relação umidade/proteína de 1,54 (controle) para 1,86. Adições crescentes de farinha aumentaram ($P < 0,05$) a acidez dos produtos, sendo que a incorporação de 0,4% de FSic ou FMex foi suficiente para retardar a oxidação lipídica, enquanto para a FTai foi necessário a adição de 1,2%. Os salames elaborados com as FSic (0,4%), FTai (0,4%) e o controle tiveram maior aceitação pelos consumidores em quase todos atributos.

Palavras-chave: Farinha cítrica. Antioxidante. Salames.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil consta na lista dos maiores produtores e exportadores de sucos cítricos (LUZIA; JORGE, 2009). Detém 30% da produção mundial cítrica e movimenta R\$ 9 bilhões por ano (JANK; NEVES, 2006). O setor citrícola gera em torno de 200 mil empregos diretos e indiretos e um PIB de aproximadamente US\$ 6,5 bilhões de dólares (FUNDECITRUS, 2017; INSTITUTO FNP, 2017).

No entanto, a elevada produção das frutas cítricas e o contínuo descarte dos seus resíduos têm causado impacto negativo ao meio ambiente. Em vista disso, o aproveitamento destes resíduos de maneira eficiente e segura, torna-se importante (PANWAR et al., 2021; SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2001). Além disso, esses resíduos constituem fontes para a recuperação de compostos antioxidantes, oriundos de fontes naturais e aplicáveis como

ingredientes funcionais em formulações de produtos. Pesquisas relatam o potencial antioxidante desses resíduos para melhoria da qualidade de produtos (VILAS-BOAS et al., 2021).

Dentre os produtos cárneos, o salame, pelo alto teor de gordura e pela complexidade do processo de produção é suscetível à oxidação, de modo que o uso de antioxidantes tem fundamental importância no adiamento dessas alterações indesejáveis (BERNARDI, 2010). Entre os antioxidantes amplamente utilizados pela indústria de carnes, podem-se citar os sintéticos hidroxitolueno butilado (BHT) e o hidroxianisol butilado (BHA). Nesse contexto, a indústria busca se adaptar e criar novas formulações para melhorar a qualidade e a segurança desses produtos. Uma nova abordagem tem sido consolidada em relação à substituição dos antioxidantes sintéticos pelos antioxidantes naturais, tendo em vista a tendência dos consumidores em busca de alimentos mais saudáveis e seguros.

Portanto, a utilização de antioxidantes oriundos de resíduos da indústria citrícola é uma das alternativas para adiar a oxidação lipídica (BELLUCCI, 2022; SELANI *et al.*, 2009). A casca de frutas cítricas é constituída por compostos com elevada atividade antioxidante, como ácidos fenólicos e flavonoides, representados pelo grupo de ácidos cinâmicos, como ferúlico, cafeico, sinápico e p-cumárico E pelo grupo de ácidos benzoicos, especificamente, ácidos protocatecuico, p-hidroxibenzoico e vanílico (MA, et al., 2008).

Com base nessas premissas, o objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial de aplicação de farinhas de frutas cítricas em salames visando à substituição de antioxidantes sintéticos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos laboratórios de Tecnologia de Carnes e Derivados (LabCarnes) e de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

2.1 Obtenção das farinhas

As farinhas foram elaboradas utilizando a casca de três espécies do gênero citrus: limão siciliano (*Citrus limon*), limão taiti (*Citrus latifolia*) e mexerica (*Citrus reticulata*), adquiridas no mercado varejista local do Município de Lavras. Para obtenção da farinha, as frutas foram selecionadas, previamente lavadas em água corrente à temperatura ambiente, higienizadas em solução de hipoclorito de sódio 20 ppm por 15 min e descascadas, sendo as cascas picadas e colocadas em bandejas de forma padronizada e levadas à estufa com circulação forçada de ar (Mod.320-SE; FANEM São Paulo, Brasil) a 55 °C por 72 horas. Após a desidratação, as cascas

foram retiradas da estufa, moídas em um moedor (Laboratory Mill 310; Perten, Hägersten, Suécia) e peneiradas usando uma peneira de poros de 250 μm (Verte, São Paulo, Brasil). As farinhas obtidas foram individualmente embaladas a vácuo (BD420; R. Baião, MG, Brasil), devidamente identificadas e mantidas na ausência da luz.

2.2 Elaboração dos salames

A carne (pernil suíno) e o toucinho foram adquiridos no comércio local do município de Lavras, MG. As carnes foram limpas do excesso de gordura e tecido conectivo, cortadas em pedaços menores, pesadas, dispostas em uma grade, cobertas com filme plástico e armazenadas a 4 °C por 24h para uma pré-secagem. Os salames foram elaborados com cada uma das farinhas de mexerica (FMex), limão Siciliano (FSic) e Taiti (FTai), de acordo com a formulação descrita na Tabela 1. As farinhas de frutas cítricas foram acrescentadas à massa cárnea em substituição ao toucinho, sendo o experimento conduzido em 13 tratamentos: 1 controle, sem adição de farinha; e 12 com adição de farinhas mexerica (FMex), limão Siciliano (FSic) e limão Taiti (FTai) nas concentrações 0,4 0,6, 0,8 e 1,2%. A elaboração dos produtos foi feita em três bateladas (repetições), conduzidas em períodos distintos.

Tabela 1 – Formulação básica (%) para elaboração dos salames com diferentes concentrações de farinhas cítricas.

Ingredientes	Concentração de farinha				
	Controle	0,4%	0,6%	0,8%	1,2%
Pernil suíno	70	70	70	70	70
Toucinho	23	22,6	22,4	22,2	21,8
Farinha cítrica ¹	-	0,4	0,6	0,8	1,2
Sal	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Leite em pó integral (Itambé)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Vinho tinto suave (Canção)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Sacarose	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Glicose	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Glutamato monossódico (GMS)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cultura iniciadora Lyocarni RHM33 ²	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Nitrito de sódio ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Eritorbato de sódio ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Condimentos e especiarias ³	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

¹ Três tratamentos/concentração: farinhas de limão Siciliano (FSic), limão Taiti (FTai) e mexerica (FMex).

² SACCO Brasil, Campinas, SP, São Paulo.

³ New Max Industrial, Americana, SP, Brasil.

Em cada batelada, as carnes foram moídas (moedor PB-22; Becaro, Rio Claro, SP, Brasil) em disco de 14 mm e depois em discos de 6 mm. O toucinho foi moído, separadamente, em disco de 14 mm. Para cada tratamento, a carne, toucinho e demais ingredientes foram misturados (MJI-35; Jamar, Tupã, SP, Brasil) durante 10 min até a homogeneidade da massa. No final a massa foi embutida em tripa artificial de colágeno, calibre 45 mm, previamente hidratada em solução salina (10% NaCl) por 20 min. Os gomos formados em número de 13 (cerca de 400 g cada) foram armazenados em câmara climática (modelo EL202; EletroLab, São Paulo, Brasil) seguindo a seguinte programação de temperatura e umidade relativa (UR): 22 °C/90% UR por um dia; 20 °C/85% UR por dois dias; 18 °C/80% UR por três dias; e 16 °C/75% UR até o final da maturação. A perda de massa foi acompanhada durante toda etapa de maturação/secagem pela pesagem individual nos dias 0, 2, 4, 7, 14, 21 e 28 dias.

2.3 Análise do salame

A massa cárnea (contendo todos os ingredientes em cada tratamento) e os salames foram avaliados quanto ao pH, acidez titulável, atividade de água, oxidação lipídica, teor de nitrito residual e composição centesimal.

2.3.1 Determinação do pH e da acidez titulável

Os valores de pH foram medidos por meio da inserção de um eletrodo (Testo 206-pH2; Testo do Brasil, SP, Brasil), em cada uma das três seções do salame.

Para análise de acidez titulável, 5 g de amostra foram homogeneizadas (Turrtec TE 102; TECNAL, Piracicaba, SP, Brasil) em 50 mL de água destilada durante 60s. A acidez foi determinada por titulação (MATOS *et al.*, 2007). O homogenato foi titulado com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,02 M utilizando a fenolftaleína como indicador e os resultados expressos em % (m/m) de ácido lático.

2.3.2 Atividade de água e composição centesimal

A atividade de água foi realizada (triplicata) em aparelho AQUALAB® CX2 (Decagon Devices Inc., Pullman, EUA), por meio da determinação do ponto de orvalho, seguindo-se as orientações do fabricante. A composição centesimal foi determinada, segundo metodologias oficiais da AOAC (2002): umidade, pelo método de secagem em estufa a 105 °C; cinzas, pelo uso de mufla a 550 °C; proteína, pelo método de micro-Kjeldahl e usando o fator 6,25 para conversão do teor de nitrogênio em proteína; e extrato etéreo (gordura), pelo método de Soxhlet.

2.3.3 Teor de nitrito residual

O teor de nitrito residual (NO_2R) foi determinado, em triplicata, com adaptações do método oficial n° 973.31 da AOAC (2000), conforme descrito por Guimarães et al. (2021). Foram homogeneizados (Turratec TE 102; TECNAL, Piracicaba, SP, Brasil) 10 g de amostra triturada em 40 mL de água destilada (aquecida a 80 °C), sendo, em seguida, o homogenato transferido para um erlenmeyer de 500 mL e o conjunto mantido em banho-maria à 80 °C durante 2h, com agitação periódica. Após este período, foi deixado esfriar à temperatura ambiente e seguidamente filtrado e diluído em água destilada (na proporção adequada para análise). Uma alíquota de 2 mL foi adicionada de 0,2 mL do reagente de sulfanilamida (1% em HCl 0,5 M) em um tubo de ensaio, sendo a mistura agitada e mantida por 5 min à temperatura ambiente e sob abrigo de luz. A seguir, foi adicionado 0,2 mL do reagente N-(1-naftil) etilenodiamina (NED; 0,1%), novamente agitado e mantido em repouso por mais 15 min sob abrigo de luz, com finalidade o desenvolvimento da cor. A leitura da absorvância foi feita em 540 nm. A concentração de nitrito de sódio foi obtida por meio de curva analítica elaborada com NaNO_2 , sendo expresso em ppm (mg/kg).

2.3.4 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi determinada pelo índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), segundo a metodologia proposta por PIKUL; LESZCZYNSKI; KUMMEROW (1989), com modificações. Cerca de 5 g de amostra previamente trituradas foram adicionadas a 15 mL de ácido perclórico 3,86% e 1 mL do antioxidante hidroxibutiltolueno (BHT) 0,15% (m/v) e a mistura homogeneizada (Turratec TE 102; TECNAL, Piracicaba, SP, Brasil) durante 60s. O homogenato foi filtrado e uma alíquota de 5 mL do filtrado adicionada de 5 mL de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,02M e incubada em banho-maria por exatos 30 min. A solução foi resfriada em água com gelo por 30 min e a absorvância a 532 nm lida em espectrofotômetro (Genesys 10 UV; Thermo Scientific Varian, São Paulo, Brasil) contra o branco (TBA 0,02 M e ácido perclórico 3,86 %, na proporção de 1:1). A concentração de malonaldeído (MAD) foi determinada através de curva analítica com 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) e os resultados apresentados em miligramas.

2.3.5 Análise sensorial

Dois testes sensoriais foram aplicados para avaliar a percepção dos consumidores: teste de aceitação e check-all-that-apply (CATA). As análises sensoriais foram realizadas após

aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras (CAAE: 51609721.9.0000.5148) e tiveram lugar no Laboratório de Análise Sensorial do DCA/UFLA.

2.3.5.1 Teste de aceitação e CATA

Os testes de aceitação e CATA foram realizados em conjunto, de acordo com a metodologia descrita por Guimarães et al. (2022), com pequenas modificações. Os atributos CATA foram definidos por meio de um grupo de foco, com participação de 16 provadores não treinados consumidores de salames, com idades variando entre 19 a 40 anos, que identificaram 22 atributos, agrupados por aparência, aroma, sabor e textura (Tabela 2).

Tabela 2 - Lista dos termos descritores utilizados na análise CATA para a caracterização das diferentes formulações de salaminhos

Aparência	Aroma	Sabor	Textura
Pontos esverdeados	Cítrico a laranja	Gosto amargo	Firme
Pontos amarelados	Cítrico a limão	Gosto salgado	Quebradiça
Uniforme	Fermentado	Sabor de salaminho	Borrachenta
Gorduroso	Característico salaminho	Sabor Cítrico a laranja	
Presença de buracos	Rançoso	Sabor Cítrico a limão	
		Sabor Picante	
		Sabor Fermentado	
		Sabor Oxidado/Rançoso	

Para a condução dos testes sensoriais, um total de 50 provadores não-treinados, compostos por professores, estudantes de graduação e pós-graduação, foram recrutados aleatoriamente na UFLA, sendo 70% do sexo feminino e 30% do sexo masculino, com idade compreendida entre 18 a 60 anos. 48% dos avaliadores declararam o consumo de salame pelo menos uma vez ao mês, 6% uma vez por semana e 46% raramente. Os testes sensoriais foram realizados em uma única sessão conduzidos em cabines individuais, com iluminação adequada sob luz branca. As amostras de salaminhos referentes aos cinco tratamentos codificadas em ordem balanceadas e de forma monádica, marcadas com códigos de três dígitos, foram servidas em rodela aos participantes aleatoriamente, de forma casualizada. Foi fornecido água para limpeza do palato entre as avaliações.

Após leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, os consumidores receberam uma ficha de avaliação sensorial e avaliaram as cinco amostras de

salaminhos por meio do teste de aceitação, onde atribuíram nota aos atributos sensoriais: aparência, sabor, textura e impressão global, utilizando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 = desgostei extremamente a 9 = gostei extremamente).

Na mesma ficha do teste de aceitação foi aplicado o teste CATA, onde os julgadores foram instruídos à leitura dos atributos e, após experimentar as amostras, solicitados a marcar os termos (Tabela 2) que fossem adequados para descrever cada amostra. Os provadores foram orientados que não havia limitação em termos de atributos a serem selecionados, podendo marcar um ou mais de acordo com a sua percepção em relação às amostras.

2.4 Análise estatística

O delineamento inteiramente casualizado (DIC) foi utilizado para as análises físicas e químicas. Os dados de perda de massa durante o processamento dos salames foram dispostos em um esquema fatorial 3 (farinhas; FMex, FSic e FTai) \times 5 (concentrações; 0; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,2%) \times 7 (dias de processo; 0 até 28 dias) e os dados da caracterização dos salaminhos em esquema fatorial 3 (farinhas) \times 5 (concentrações). Os dados de perda de massa durante o processamento dos salames foram dispostos em um esquema fatorial 3 (farinhas; FMex, FSic e FTai) \times 5 (concentrações; 0; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,2%) \times 7 (dias de processo; 0 até 28 dias) e os dados da caracterização dos salaminhos em esquema fatorial 3 (farinhas) \times 5 (concentrações). Os efeitos principais e de interação foram testados pela análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias dos tratamentos foram separadas pelo teste de Duncan, sempre considerando o nível de significância de 5%. Estas análises foram conduzidas utilizando o software *Statistica 8.0* (StatSoft Inc., Tulsa, EUA).

Para o teste de aceitação, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), onde cada provador representou um bloco. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A análise de componentes principais (PCA) foi realizada utilizando o pacote estatístico Senso Maker[®] para obter o mapa sensorial das amostras em relação aos atributos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perda de massa

Houve efeito significativo para a concentração de farinha cítrica ($P < 0,001$) adicionada e para tempo de maturação ($P < 0,001$) de forma isolada. O tipo de farinha cítrica não diferiu ($P = 0,788$), mas 0,6% de adição implicou em menores perdas (Figura 1A) comparado aos

demais tratamentos, inclusive o controle. A perda de massa durante o processo de maturação do produto foi condizente com as características do processo (Figura 1B), sendo decorrente da perda de água por evaporação em ambiente de baixa umidade relativa.

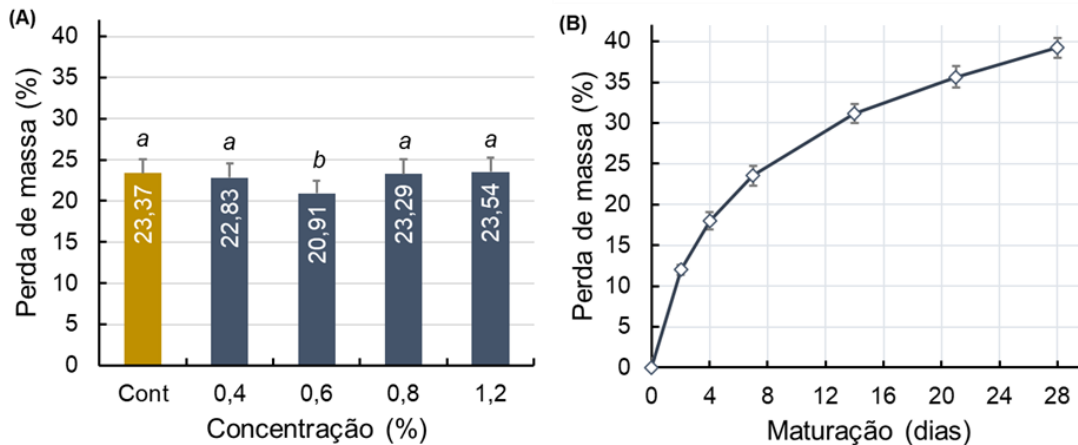


Figura 1 -Perda de massa dos salames durante o período de maturação. Controle (Cont): sem adição de farinha; 0,4%; 0,6%; 0,8% e 1,2% de adição de farinha cítrica.

Vários fatores interferem na taxa de secagem de embutidos cárneos, mas a queda do pH a valores próximos do ponto isoelétrico das proteínas da carne é um dos principais fatores que influenciam a difusão da água do interior para a superfície do salame (Ruiz *et al.*, 2014).

Marangoni (2007) encontrou valores para perda de peso de 33% a 35,9% para os tratamentos de salame tipo italiano com óleo essencial de coentro ao final dos 35 dias de maturação. Macedo (2005), analisando formulações de salame adicionado de culturas lácticas probióticas, encontrou valores de perda de peso de 29,94%, a 34,08%. Resultados obtidos nos estudos de Smit *et al.* (2020) demonstraram que todos os salames avaliados alcançaram a perda de peso final desejada (35%), sem diferença significativa entre os tratamentos.

3.2 Características físicas e químicas

O pH e a acidez do salame têm papel preponderante, pois participam do desenvolvimento das características tecnológicas e sensoriais e contribuem para a qualidade microbiológica do produto. Para essas características, não houve interação significativa ($P > 0,05$), mas houve ($P < 0,05$) efeito isolado relacionado às diferentes concentrações para acidez titulável (Figura 2).

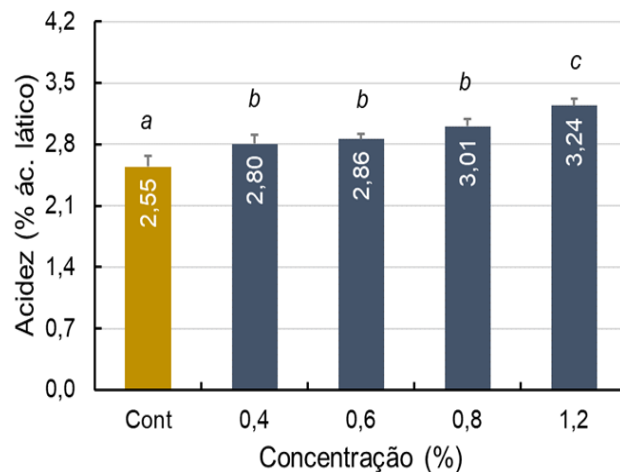


Figura 2 – Acidez titulável durante o período de maturação de salames elaborados com diferentes níveis e tipos de farinha. Controle (Cont): sem adição de farinha; 0,4%; 0,6%; 0,8% e 1,2% de adição das diferentes farinhas cítricas (FMex, FSic e FTai).

O aumento da acidez (Tabela 2) e consequente decréscimo nos valores de pH, ocorrem basicamente pelo acúmulo de ácido láctico, resultante da ação das bactérias lácticas durante a etapa de fermentação sobre os carboidratos presentes na massa cárnea (SAVOLDI *et al.*, 2019). Entretanto, no Brasil, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Salame (BRASIL, 2000) não utiliza o valor do pH como parâmetro de controle de qualidade. Mas a diminuição do pH ocorrida pela fermentação constitui uma vantagem para o processo de secagem, uma vez que se aproxima do ponto isoelétrico das proteínas musculares, reduzindo a capacidade de retenção de água pela carne e consequentemente a redução da atividade de água (MENDES *et al.*, 2014).

Valores de pH próximos ao do presente estudo foram reportados por Marangoni (2011), em salame com óleo essencial de sálvia (5,11 a 5,18). Aquilani *et al.*, (2018) encontraram valores superiores (6,02) ao estudar o efeito do extrato de uva como antioxidantes naturais em formulações de salame. Grisoldi1 *et al.*, (2022) reportaram valores de pH elevados na escala 6,27 a 6,88, em salame fortificado com extrato de bagaço de maçã. Terra (2006) afirma que, ao final da fase de desidratação, em decorrência da fermentação, o salame deve apresentar pH em torno de 5,20 a 5,40, bem como atividade de água de 0,87, característicos do final do processo de maturação e encontrados no presente estudo. Fatores como tipo de açúcares adicionados à formulação, temperatura, período de maturação e a quantidade de gordura adicionada à massa podem exercer grande influência no valor de pH (FERNANDEZ-LOPES *et al.*, 2008; SOYER; ERTAS; ÜZÜMCÜOĞLU, 2005).

Tabela 3 - Composição centesimal e características tecnológicas (valores médios) da massa cárnea antes da fermentação e dos salames controle e adicionados de farinhas de mexerica (FMex), limão Siciliano (FSic) e Taiti (FTai).

Características	Massa cárnea	Salames					Pr > F ¹			
		Controle	FMex	FSic	FTai	Média	EPM	T	C	T x C
Composição centesimal (%)										
Umidade	61,23	47,35 ^a	51,02 ^b	51,19 ^b	51,76 ^b	50,27	1,17	<0,001	0,863	0,977
Proteína	22,15	30,84 ^a	27,52 ^b	27,65 ^b	27,81 ^b	28,40	0,69	<0,001	0,953	0,994
Gordura	12,98	15,16	14,94	14,72	14,00	14,65	0,21	0,242	0,178	0,788
Cinzas	3,64	6,65	6,53	6,43	6,43	6,45	0,30	0,967	0,097	0,341
pH	6,15	5,10	5,15	5,19	5,21	5,18	0,09	0,974	0,414	1,000
Acidez (% ácido láctico)	0,81	2,55	2,89	2,97	3,08	2,95	0,07	0,378	0,001	0,954
Atividade de água, aw	0,98	0,86	0,83	0,79	0,86	0,83	0,02	0,490	0,926	0,999
Nitrito residual, NO ₂ R (mg/kg)	44,70	5,72	3,11	2,66	2,10	2,86	0,38	0,771	0,117	0,982
Δ TBARS (mg MAD/kg)	-	0,18	0,13	0,15	0,17	0,15	0,06	<0,001	<0,001	<0,001

EPM = erro padrão da média; MAD = malonaldeído.

¹Efeitos: tratamentos (T) e concentração da farinha (C); Probabilidades significativas (P<0,05) foram destacadas em negrito.

^{a-b} Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Duncan.

A atividade de água (A_w) não foi afetada ($P > 0,05$) pela adição das farinhas cítricas ao produto, apresentando valor médio (0,83) abaixo do valor máximo (0,90) estipulado pela legislação Brasileira (BRASIL, 2000). O menor teor A_w de água no final do processo de maturação contribui prevenindo a multiplicação de microrganismos indesejados ao alimento (MARANGONI, 2007).

Valores de A_w , semelhantes ao presente estudo, foram reportados por Mendes *et al.* (2014), que avaliaram os efeitos da adição de farinha de subprodutos da produção de vinho em salames e encontraram valores entre 0,850 e 0,860 para os tratamentos com 1 e 2% de farinha. Diferentemente, Smit *et al.* (2020), avaliando o efeito do extrato de honeybush (*Cyclopia subternata*) nas características físico-químicas do salame italiano, encontraram valores superiores (0,923 a 0,928) de atividade de água. Scheid (2001) analisou amostras de salame adicionados de diferentes concentrações de cravo em pó (0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,6 %), e encontrou valores de atividade de água (A_w) variando entre 0,77 a 0,83, semelhantes aos verificados no presente estudo.

Os valores de nitrito residual (NO_2R) também não foram afetados ($p > 0,05$) pela adição das farinhas cítricas (Tabela 2). O que contradiz os relatos de Fernandez-Lopez *et al.* (2004, 2008) que verificaram reduções nos níveis de nitrito residual de produtos cárneos fermentadas à medida que aumentava a quantidade de fibras da laranja e albedo de limão. Os valores de nitrito residual encontrados no presente estudo (2,86 mg/Kg) são inferiores ao máximo (150 mg/Kg) permitido pela legislação brasileira para produtos curados.

A avaliação da oxidação lipídica pelo teste de TBARS, que quantifica produtos da decomposição de peróxidos, foi afetada significativamente ($P > 0,05$) pela adição de farinhas cítricas. A decomposição do efeito da interação é representada na Figura 3. De forma geral, os tratamentos com 0,4% de FMex e FSic apresentaram os melhores resultados, pois foram capazes de retardar a oxidação lipídica com menores adições da farinha. Para os tratamentos com FTai, uma maior concentração (1,2%) foi necessária para que um retardo da oxidação fosse significativo.

Fernandez-Lopez *et al.* (2004) demonstraram que a presença de compostos fenólicos, com propriedades antioxidantes em frutas cítricas usadas na formulação de salame, contribuiu para proteger o produto contra oxidação lipídica. Isso pode justificar os resultados do presente estudo, devido ao possível efeito do teor elevado de compostos fenólicos existentes na constituição das farinhas em estudo.

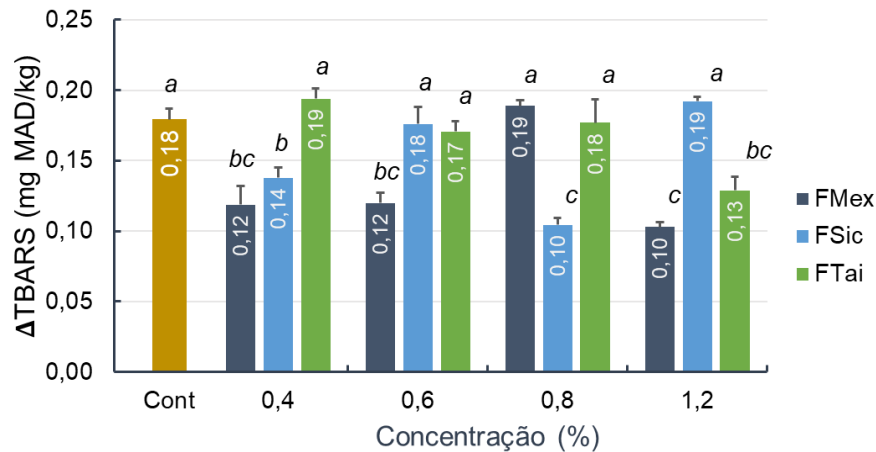


Figura 3 - Mudanças nos índices de TBARS durante o período de fermentação e secagem de salames elaborados com adição de farinhas cítricas. Controle (CONT) e com 0,4%, 0,6%, 0,8% e 0,12% de farinhas de mexerica (FMex), limão Siciliano (FSic) e Taiti (FTai).

Em estudo da funcionalidade de própolis livre e microencapsulada em salame Bernardi (2010) observou aos 30 dias de processo a eficiência com concentrações de 0,15% e 0,25% de própolis no controle da oxidação, com valores de 0,1587 e 0,1536 mg MAD/Kg de amostra respectivamente. Reforçando os resultados do presente estudo. Sawitzki (2007) observou valores superiores de TBARS (1,45 mg MAD/Kg) aos 28 dias da elaboração de salames, enquanto Zanardi *et al.* (2002), em estudo com salame tipo Milano, observaram valores menores (0,33 mg MDA/kg).

Para a composição centesimal dos salames, foi verificado efeito significativo para os teores de proteína e umidade, em função do tipo de farinha adicionado. Nos produtos formulados com farinhas cítricas, os valores de proteína (27,66%) foram menores (%) enquanto os teores de umidade (51,32%) foram maiores (%) do que o controle, independentemente do tipo de farinha e da concentração adicionada.

De forma geral, os teores de proteína dos salames atendem aos valores mínimos (25%) exigidos pela legislação vigente (BRASIL, 2000). Estudos realizados por Kunrath *et al.* (2017), na substituição de antioxidante sintético por antioxidante natural (própolis), encontraram valores de proteína, variando de 31,47 a 32,78%, próximos aos obtidos no presente estudo. Marangoni e Moura (2011) estudaram e aplicaram o óleo essencial de coentro em salame tipo Italiano e encontraram elevado teor de proteína que variou de 42,50 a 43,50%, diferentemente do presente experimento. Santa (2008) observou variação nos teores de proteína (11,32 a 41,27%) dos salames avaliados, sendo que 20% das amostras apresentaram-se com valores abaixo dos preconizados pela legislação. No entanto, em relação à umidade, todos os salames

elaborados obtiveram valores superior ao limite máximo (35%) permitido pela legislação brasileira.

Os teores de gordura e cinza não diferiram significativamente do tratamento controle ($P > 0,05$). Os teores de lipídios encontrados, para os quatro tratamentos avaliados, variaram de 14 a 15,16 %, ficando bem abaixo do limite permitido pela legislação (máximo de 32%). Valores elevados, comparativamente ao estudo, foram obtidos por Cence et al. (2020), em salames italianos (27,26%), enquanto Zanardi et al. (2002), observaram valores de 31,91% de lipídeos, nos salames analisados. Os valores do conteúdo de resíduo mineral fixo (cinzas), cujo limite não é estipulado pela legislação, foram similares aos observados por Vasconcelos et al. (2021), em salames tipo Milano (6,5 e 6,9%). Fieira (2014), avaliando diferentes formulações de salame tipo italiano, obteve teores de cinza de 6,35% a 7,51%.

3.3 Análise sensorial

A Tabela 4 reporta os resultados para o teste de aceitação quanto à aparência, sabor, textura e impressão global. Para uma melhor visualização das diferenças de aceitação entre as amostras de salame, os resultados do teste de aceitação também foram correlacionados por mapas de preferência interno (MPI) e externo (análise de fatores paralelos; PARAFAC), em todos os atributos avaliados (Figura 4).

Tabela 4 - Notas (média \pm desvio padrão) do teste de aceitação para as amostras de salame

Tratamento	Aparência	Sabor	Textura	IG
Controle	6,88 \pm 1,78 ^a	6,28 \pm 1,80 ^a	6,00 \pm 1,95 ^a	6,52 \pm 1,54 ^{ab}
FSic 0.4%	6,84 \pm 1,65 ^a	6,46 \pm 1,91 ^a	6,48 \pm 1,84 ^a	6,60 \pm 1,91 ^a
FTai 0.4%	6,00 \pm 1,44 ^b	6,46 \pm 1,61 ^a	5,00 \pm 1,95 ^b	5,84 \pm 1,61 ^{ac}
FTai 1.2%	4,88 \pm 2,11 ^c	5,10 \pm 2,27 ^b	4,18 \pm 1,56 ^b	5,12 \pm 1,88 ^c
FMex 0.4%	6,22 \pm 1,72 ^{ab}	5,68 \pm 2,56 ^{ab}	5,84 \pm 2,28 ^a	5,76 \pm 2,02 ^{bc}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Controle: sem adição de farinha cítrica; FSic 0,4%: 0,4% farinha de limão siciliano; FTai 0,4% e 1,2%: 0,4% e 1,2% farinha de limão taiti; FMex 0,4%: 0,4% farinha de mexerica; IG: impressão global
¹Notas da escala de 1 (“desgostei extremamente”) a 9 (“gostei extremamente”), com valor intermediário de 5 (“nem gostei nem desgostei”).

Os salames elaborados com diferentes concentrações de farinhas cítricas apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) nas notas hedônicas para todos os atributos avaliados. De uma forma geral os MPI para todos os atributos analisados apresentaram vetores bem dispersos

em todos os quadrantes e uma separação das amostras o que sugere diferenças em termos de aceitação das amostras.

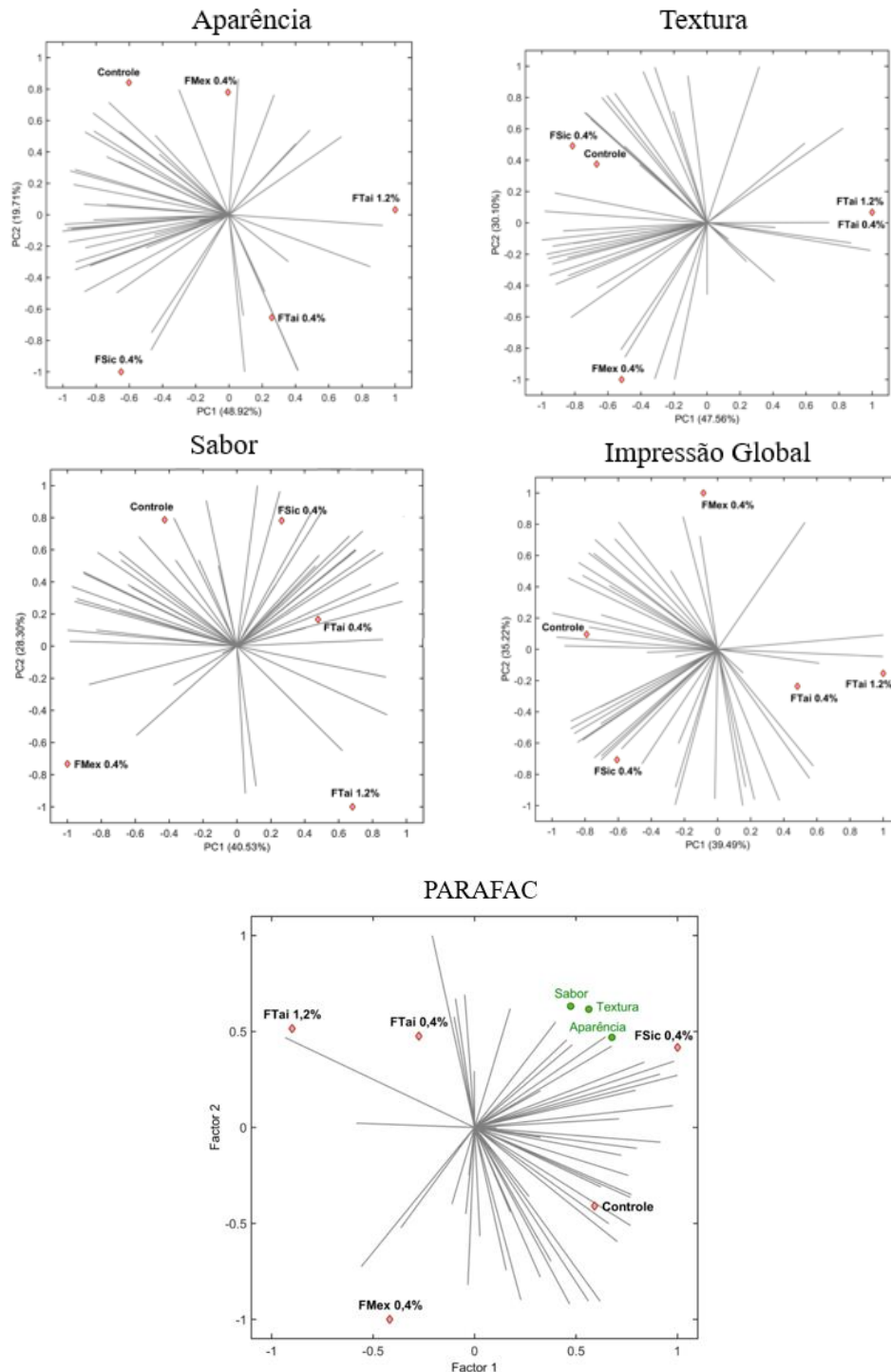


Figura 4 - Mapas de preferência interno e PARAFAC das notas de aceitação dos atributos sensoriais das amostras de salame elaboradas com farinhas cítricas e diferentes concentrações (0,4 e 1,2%). Controle = sem adição de farinha cítrica; FSic = farinha de limão siciliano; FTai = farinha de limão taiti; e FMex = farinha de mexerica.

Quanto a aparência, os salames formulados com maior concentração de farinha de limão taiti (FTai1,2%) foram significativamente menos aceitos pelos consumidores que os demais salames. Os salames formulados com as farinhas taiti e mexerica em menor quantidade de adição (FTai0,4% e FMex0,4%) tiveram uma aceitação similar, enquanto as FSic0,4% e controle foram as mais aceitas (notas entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”). Os dois componentes do MPI explicaram 68,63% da variância, e respaldam as observações obtidas pela ANOVA. De forma geral, pela PC1, as amostras controle, e FSic0,4% foram as mais preferidas, pois se encontram localizados nos dois quadrantes com maior concentração dos vetores (provadores).

Em relação ao sabor, os salames elaborados com as farinhas FSic0,4% e FTai0,4% receberam as maiores notas, porém estas não diferiram ($P > 0,05$) do tratamento controle e com os salames adicionados de 0,4% de farinha de mexerica (FMex0,4%). Novamente, as menores notas foram das amostras de salames contendo maior concentração de farinha de limão taiti (FTai1,2%). Os dois componentes principais do MPI para sabor explicaram 68,83% da variação, e demonstraram a maior preferência das amostras controle, FSic0,4% e FTai0,4% pelos consumidores do que as demais.

Maiores notas para o atributo textura também foram observadas para as amostras controle, FSic0,4% e FTai0,4%, sendo mais aceitas do que os salames adicionados de farinha de limão taiti (FTai0,4% e FTai1,2%). Os dois componentes principais do MPI explicaram 77,66% da variação dos dados para textura, sendo as amostras divididas em três grupos: amostras controle e FSic0,4% como as mais preferidas; seguida da amostra FMex0,4% com menor preferência; e as amostras FTai0,4% e FTai12% como as menos preferidas.

Por fim, as notas de impressão global situaram-se entre “nem gostei nem desgostei” e “gostei moderadamente”, sendo as maiores notas dos salames formulados com as farinhas de limão siciliano (FSic0,4%) e limão taiti (FTai0,4%) e controle. Por sua vez, os salames FTai1,2% foram menos aceitos que as amostras controle, embora suas notas não tivessem diferido significativamente com as notas dos salames formulados com as farinhas FTai0,4% e FMex0,4%. Porém, destaca-se que os salames adicionados de farinha de mexerica (FMex0,4%) também obtiveram notas de preferência estatisticamente iguais ao controle. Para este atributo, os dois componentes principais explicaram 74,71% da variabilidade dos dados, com as amostras controle e FSic0,4% sendo as mais preferidas seguidas da amostra FMex0,4%. As amostras de limão Taiti (FTai0,4% e FTai12%) foram as menos preferidas pelos provadores.

De uma forma geral, as amostras controle e FSic0,4% foram as mais aceitas pelos provadores para todos os atributos analisados, enquanto que as amostras com limão Taiti foram

as que tiveram menor aceitação. Isto é observado no modelo de PARAFAC (Figura 4), que reúne os resultados da análise de aceitação em função da distribuição dos atributos e das amostras. Observa-se que as amostras controle e FSic0,4%, que correspondem à salames formulados sem adição de farinha cítrica e adicionados de farinha de limão siciliano, respectivamente, foram as mais preferidas pelos consumidores quanto aos atributos avaliados.

3.3.3 Teste CATA (*Check-all-that-apply*)

Os resultados do teste CATA (Figura 5) foram avaliados usando um mapa de preferência externo (MPE) que foi gerado a partir da frequência de citações que os consumidores associaram cada descritor sensorial às respectivas amostras, e com as médias das notas de impressão global obtidas no teste de aceitação (Jorge et al., 2015). A primeira e a segunda dimensão do gráfico do MPE explicaram 76,68% da variabilidade total dos dados experimentais.

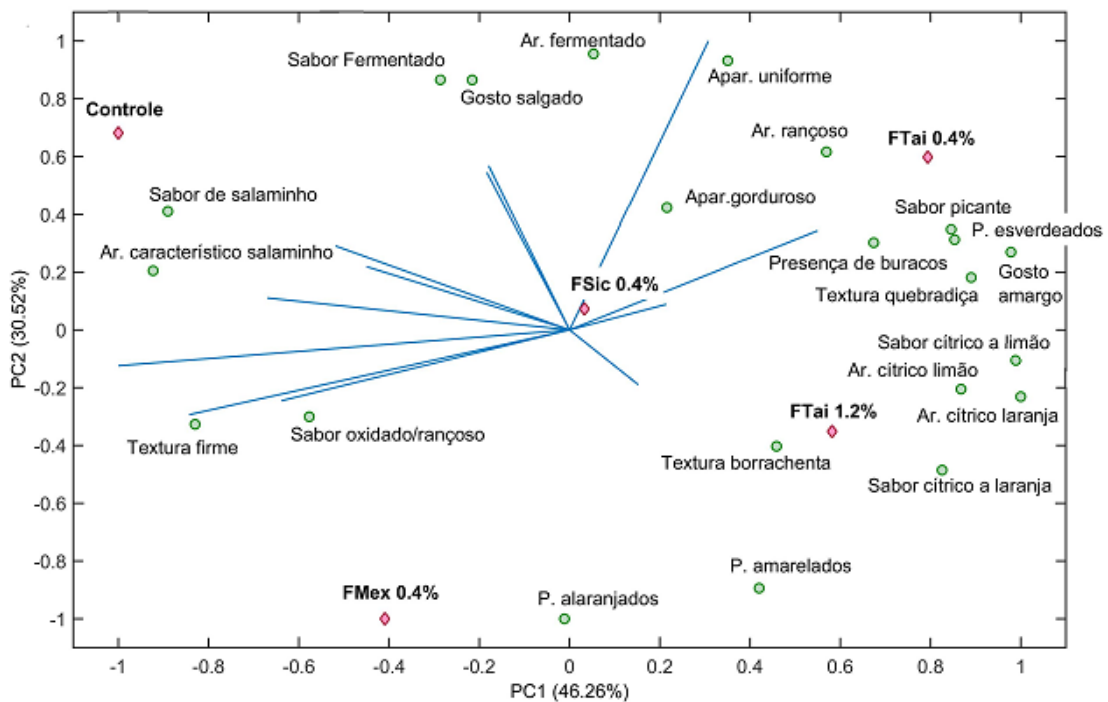


Figura 5 - Mapa de preferência externo (MPE) obtido a partir dos termos sensoriais do questionário Check-all-that-apply (CATA) na matriz de correlação com impressão geral do consumidor para as amostras de salame elaboradas com farinhas cítricas e diferentes concentrações.

A distribuição das cinco amostras na representação gráfica sugere que os provadores foram capazes de detectar diferenças sensoriais nos salames elaborados com diferentes farinhas cítricas em relação aos elaborados sem adição de farinha cítrica (controle), sendo todas as amostras separadas individualmente como um grupo. As amostras de farinha de limão Taiti foram as que distanciaram mais do controle, com as amostras FTai1,2% caracterizadas por presença de pontos amarelados, textura borrachenta e aroma e sabor cítrico e de laranja. As amostras FTai0,4%, por sua vez, foram caracterizadas pelo aroma rançoso, pontos esverdeados, sabor picante e gosto amargo. Estas características justificam a menor aceitação destas amostras nos atributos sensoriais avaliados. A amostra FMex0,4% foi caracterizada principalmente por pontos alaranjados e sabor oxidado/rançoso.

A amostra controle, como esperado, foi caracterizada por aroma e sabor característico de salaminho. No entanto, a amostra FSic0,4%, ficou posicionada no centro do gráfico, equidistante das demais, se diferenciando do controle pelas características gosto salgado e aroma e sabor de fermentado, o que provavelmente explica sua maior aceitação entre as amostras reformuladas.

4 CONCLUSÕES

Os salames formulados com diferentes tipos de farinhas cítricas diferiram do controle apenas para os teores de umidade, proteína e valores de TBARS. Os teores de umidade e proteína foram similares entre os tratamentos com farinhas cítricas e com valores superiores que as amostras controle. Quanto ao TBARS, de forma geral, os salames adicionados de FMex e FSic apresentaram melhores resultados com relação à redução de oxidação lipídica. Em todos os tratamentos, o aumento do período de maturação resultou no aumento de perda de massa dos salames. Com relação às concentrações de farinhas cítricas, as amostras diferiram do controle apenas quanto a perda de massa, acidez e valores de TBARS. A adição de 0,6% resultou em menores perdas de massa. Adições crescentes de farinha aumentaram a acidez dos salames enquanto a incorporação de 4% de farinha de limão Siciliano e de mexerica foi suficiente para retardar a oxidação.

A incorporação de farinhas cítricas em salames, apresenta-se como uma estratégia promissora para a redução de oxidação lipídica desses produtos. No entanto, os consumidores perceberam um aroma e sabor não característicos nas amostras formuladas reformuladas, exceto para os salames com 0,4% de farinha de limão Siciliano, em que a aceitação foi similar às amostras controle para todos os atributos sensoriais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Formação de Professores de Educação Superior de Países Africanos – (PROAFRI) do Ministério da Ciência e Tecnologia, Ensino Superior e Técnico-Profissional de Moçambique, à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto (CVZ APQ 02904-17) e à CAPES por investir na formação e educação dos estudantes.

REFERÊNCIAS

AQUILANI, C. et al. Effect of natural antioxidants from grape seed and chestnut in combination with hydroxytyrosol, as sodium nitrite substitutes in Cinta Senese dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 145, p. 389–398, 2018.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 17th ed. Washington, p. 1410, 2000.

BELLUCCI, E. R. B. **Aplicação de extratos de pitaia e açaí em produtos cárneos: estudo da vida útil**. 2022. 141 p. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2022.

BERNARDI, S. **Funcionalidade de própolis livre e microencapsulada em salame tipo italiano**. 2010. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 22 de 31 de junho de 2000, Anexo V. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Salame. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 ago. 2000.

CENCE, K. et al. Effects of Natural Antioxidants in Processing and Stability of Italian Type Salami During Storage. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 55144–55160, 2020.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. et al. Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. **Meat Science**, Barking, v. 80, p. 410-417, 2008.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. et al. Application of functional citrus by-products to meat products. Trends in **Food Science e Technology**, Cambridge, v.15, p. 176-185, 2004.

FIEIRA, C. **Interferência de diferentes sais sobre a cultura Starter de salame tipo italiano**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) – Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Londrina, 2014.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: retrato dos pomares em março de 2017**. São Paulo: FUNDECITRUS, 2017. p. 95.

GRISPOLDI, L.; KARAMA, M.; EL-ASHRAM, S.; SARAIVA, C.; GARCÍA-DÍEZ, J.; CHALIAS, A.; DE GENNIS, M.; VANNUCCINI, A.; POERIO, G.; TORLAI, P. A study on

the application of natural extracts as alternatives to sodium nitrite in processed meat. **J. Food Processing Preserv**, v.46, p. 16351, 2022.

GUIMARAES, A. S. et al. Characterization of natural curing agents from Japanese radish (*Raphanus sativus* L.) for their use in cooked cured meat products. **LWT - Food Science and Technology**, v.150, p.111970, 2021

INSTITUTO FNP. **Agrianual 2017**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2017. p. 233-262.

JANK, M.; NEVES, M. **Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil**: a agenda 2015. 2006.

KUNRATH, C.A. et al. Application and evaluation of propolis, the natural antioxidant in Italian-type salami. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 4, p. 1–10, 2017.

LUZIA, D. M. M. L.; JORGE, N. Atividade antioxidante do extrato de sementes de limão (*Citrus limon*) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 1-4, 2009.

MA, Y, YE, X.; HAO, Y.; XU, G.; XU, G.; LIU, D. Ultrasound-assisted extraction of hesperidin from Penggan (*Citrus reticulata*) peel. *Ultrasonics Sonochemistry* 15 (2008) 227–232, 2008.

MACEDO, R.E.F. **Utilização de culturas lácticas probióticas no processamento de produto cárneo fermentado**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil, 2005.

MARANGONI, C. **Atividade antioxidante do óleo essencial de coentro (*Coriandrum sativum* L.) em salame italiano**. 132 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Chapecó, Santa Catarina, Brasil, 2007.

MARANGONI, C.; DE MOURA, N.F. Antioxidant activity of essential oil from *Coriandrum Sativum* L. in Italian salami. **Food Science and Technology**, v.31, n.1, 2011.

MATOS, R. A. et al. Efeitos do tipo de fermentação na qualidade final de embutidos fermentados cozidos elaborados a base de carne ovina. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 225-234, 2007.

MENDES, A. C. G. et al. Salames tipo milano elaborados com fibras de subprodutos da produção de vinho tinto. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1291–1296, 2014.

PANWAR, D. *et al.* Unraveling the scientific perspectives of citrus by-products utilization: Progress towards circular economy. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 111, p. 549-562, May 2021.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D.E.; KUMMEROW, F.A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.37, n. 5) p.1309-1313,1989.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora. UFV, p.599, 2007.

RUIZ, J. N.; VILLANUEVA, N. D. M.; FAVARO-TRINDADE, C. S.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Physicochemical, microbiological and sensory assessments of Italian salami sausages with probiotic potential. **Scientia Agrícola**, v.71, n.3, p. 204–211, 2014.

SANTA, O.R.D. **Avaliação da qualidade de salames artesanais e seleção de Culturas starter para produção de salame tipo italiano**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2008.

SAVOLDI, D. C.; KUNRATH, C. A.; OLIVEIRA, D. F.; NOVELLO, C.R.; COELHO, A. R.; MARCHI, J. F.; TONIA, I. B. Physical and sensory characteristics of Italian-Type Salami with propolis addition. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.18, n.2, 2019.

SAWITZKI, M.C. **Propriedades Tecnológicas de Lactobacillus plantarum isolado de salames artesanais e aplicado como cultivo iniciador em salame tipo milano**. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Programa de Pós - graduação em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 2007.

SCHEID, G.A. **Avaliação sensorial e físico-química de salame tipo italiano contendo diferentes concentrações de cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*)**. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. By products of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, [Cambridge], v. 12, n. 11, p. 401-413, Nov. 2001.

SELANI, M. M. *et al.* Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, v. 33, n. 386, p. 70-79, 2009.

SMIT, P.; CULLERE, M.; DALLE, Z. A.; BALZAN, S.; HOFFMAN, LOUWRENS.C.; NOVELLI, E. Effects of honeybush (*Cyclopia subternata*) extract on physico-chemical, oxidative and sensory traits of typical Italian salami. **Food Science and Nutrition**, V.8, p. 2299 – 2306, 2020.

SOYER, A.; ERTAS, A. H.; ÜZÜMCÜOĞLU, Ü. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucukus). **Meat Science**, Barking, v. 69, p. 135-141, 2005.

TERRA, N.N. Particularidades na Fabricação do Salame. In: SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: p. 236, 2006.

VASCONCELOS, L. I. et al. Functional fermented sausages incorporates with microencapsulated *Lactobacillus plantarum* BG 112 in Acrycoat S100. **LWT - Food Science and Technology**, v. 148, n. 111596, p. 1-9, 2021.

VILAS-BOAS, A.; PINTADO, M.; Oliveira, A.L. S. Natural bioactive compounds from food waste: Toxicity and safety concerns. **Foods**. v.10, p. 156, 2021.

ZANARDI, E.; DORIGONI, V.; BADIANI, A.; CHIZZOLINI, R. Lipid and colour stability of Milano-type sausages: effect of packing conditions. **Meat Science**. Oxford, v.61, n. 1, p. 7, 2002.