

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOS ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA CASCA DE PEQUI
(*Caryocar brasiliense* Camb.), AVALIAÇÃO DE SEUS
EXTRATOS E APLICAÇÃO EM LINGUIÇA DE
FRANGO PARA AUMENTO DO *SHELF LIFE***

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Sabrina Sauthier Monteiro

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA CASCA DE PEQUI
(*Caryocar brasiliense* Camb.), AVALIAÇÃO DE SEUS
EXTRATOS E APLICAÇÃO EM LINGUIÇA DE FRANGO
PARA AUMENTO DO *SHELF LIFE***

Sabrina Sauthier Monteiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Severo da Rosa

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos
Alimentos**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA CASCA DE PEQUI (*Caryocar
brasiliense* Camb.), AVALIAÇÃO DE SEUS EXTRATOS E
APLICAÇÃO EM LINGUIÇA DE FRANGO PARA AUMENTO DO
*SHELF LIFE***

elaborada por
Sabrina Sauthier Monteiro

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Claudia Severo da Rosa, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Solange Cristina da Silva Martins, Dr^a. (UNIFRA)

Ernesto Hashime Kubota, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 24 de janeiro de 2013.

Dedico este trabalho aos meus pais, Robson e Serli, pela educação e princípios; Aos meus irmãos, Guilherme e Eduardo, por serem presenças constantes em minha vida; Ao meu esposo, Victor, por toda compreensão, apoio e carinho.

Amo vocês...

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Robson Quartieri Monteiro e Serli Terezinha Sauthier Monteiro, que me proporcionaram a base que me fortaleceu e possibilitou minha caminhada até aqui e com desejo de continuar, pois a melhor e maior herança que os pais podem deixar para um filho é a sua educação. Aos meus irmãos Guilherme e Eduardo que sempre estiveram em meus pensamentos, às vezes perto e às vezes longe, mas de certa forma sempre presentes.

Ao meu esposo, Victor Artur Baldissera, que me apóia, me conforta e me entende, e que por motivos profissionais não pode estar ao meu lado na maior parte do tempo de 2012 e mesmo assim soube me dar confiança e não me deixou desistir no meio do caminho. Superamos um ano difícil, mas ainda bem que já passou.

À minha orientadora professora Dra. Claudia Severo da Rosa, por sua grandeza, delicadeza e compreensão nos momentos de frustrações e de superação os quais de certa forma influenciaram na realização deste trabalho. Agradeço pela confiança depositada em mim e espero ter correspondido durante a execução deste trabalho.

A minha banca, professora Dr^a. Solange Cristina da Silva Martins e professor Dr. Ernesto Hashime Kubota, que sempre estiveram à disposição quando solicitados e pelo enriquecimento do meu trabalho com pertinentes colaborações.

À professora Dr^a. Rosa Cristina Prestes e seus alunos pela disposição e contribuição relacionada às formulações das linguíças de frango elaboradas neste estudo.

À minha querida colega de graduação e amiga Mariana Moura Ercolani Novack, que é doutoranda em nosso PPGCTA/UFSM, que sempre me aconselhou e me motivou em continuar nos momentos difíceis ao longo desta caminhada.

À minha colega de profissão Vanessa Bordin Viera, que também é doutoranda em nosso PPGCTA/UFSM, pelas inúmeras vezes que a procurei para esclarecer dúvidas de metodologia e que sempre soube clarear minhas ideias.

Aos meus colegas de mestrado pela boa convivência durante estes dois anos da minha vida dedicados à pesquisa. Agradeço a todos pelos conselhos dados, que certamente foram úteis na execução desta dissertação.

Agradeço às minhas estagiárias Raquel Righi da Silva, Gabriela Nogara, Cristiane Copetti e Flávia Dalla Nora que sempre estiveram junto comigo ao longo desta jornada e pelos bons momentos que tivemos durante as análises realizadas nos laboratórios.

Aos laboratórios do setor de Química Industrial e Ambiental do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria-RS onde foram conduzidas as extrações assistidas por micro-ondas, em especial a aluna de doutorado Camila Knorr pelo auxílio e ao Professor Dr. Juliano Smanioto Barin.

Aos funcionários Lia, Carlos, Marta, Aline, Moisés, Marialene, Velcir, Liana, Ana Paula e Magé (o nosso rei), pela forma correta e dedicada na qual desempenharam suas funções durante estes dois anos que estive pelos corredores e laboratórios do Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, pelo auxílio e amparo durante a minha pesquisa, pelos mates, pelas conversas e risadas que foram dadas que ajudaram a amenizar o cansaço.

Ao CNPQ e CAPES pela bolsa de mestrado para que fosse possível a execução deste trabalho.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA CASCA DE PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.), AVALIAÇÃO DE SEUS EXTRATOS E APLICAÇÃO EM LINGUIÇA DE FRANGO PARA AUMENTO DO *SHELF LIFE*

AUTORA: SABRINA SAUTHIER MONTEIRO

ORIENTADORA: CLAUDIA SEVERO DA ROSA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 24 de janeiro de 2013.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a extração dos polifenóis totais da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pelos métodos de agitação e micro-ondas focalizada e posterior aplicação do extrato com maior rendimento em linguiças de frango para prolongar a vida de prateleira. Foram realizadas análises de caracterização nutricional da casca de pequi e nos extratos obtidos foram quantificados o conteúdo de fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método de DPPH e ensaio em sistema β -caroteno/ácido linoleico. O extrato hidroetanólico 80% submetido à agitação da casca de pequi foi o que apresentou maior conteúdo fenólico, então foi aplicado nas concentrações de 0,5%, 1,0% e 1,5% (p/v) na fabricação de linguiça frango sendo posteriormente analisadas sob armazenamento refrigerado a 4 °C durante 42 dias. Foram realizadas análises de umidade, proteínas, cinzas e gordura nas linguiças e ainda, a cada sete dias, foram analisadas em relação ao pH, cor, índice de TBARS e análises microbiológicas. A análise sensorial foi avaliada através do teste de aceitabilidade com escala hedônica de sete pontos e calculado índice de aceitabilidade. Os resultados obtidos na composição centesimal dos produtos estão de acordo com o exigido pela legislação brasileira. Com relação à cor do produto, este apresentou uma coloração com tendência ao escuro no decorrer do armazenamento. No período final de estocagem o valor de TBARS para linguiça com 1,5% de extrato foi de $0,421 \pm 0,10$ mg MDA.Kg⁻¹ de amostra e a controle de $1,375 \pm 0,11$ mg MDA.Kg⁻¹. Os valores para *Staphylococcus* coagulase positiva; *Samonella*; Coliformes totais e Coliformes fecais foram inferiores aos limites estabelecidos pela legislação. Os índices de aceitabilidade (IA%) para os atributos analisados foram satisfatórios na análise sensorial inicial com exceção dos atributos cor, odor e aparência no produto com maior concentração de extrato. Conclui-se que e as linguiças elaboradas com este extrato na concentração de 1,0% apresentaram resultados satisfatórios quando se visa prolongar o armazenamento.

Palavras-chave: linguiça de frango, pequi, micro-ondas, oxidação lipídica, antioxidante natural.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Food Science and Technology
Federal University of Santa Maria

CHEMICAL ASSESSMENT OF PEQUI PEEL (*Caryocar brasiliense* Camb.), EVALUATION OF ITS EXTRACTS AND APPLICATION IN CHIKEN SAUSAGE TO INCREASE *SHELF LIFE*

AUTHOR: SABRINA SAUTHIER MONTEIRO

ADVISOR: CLAUDIA SEVERO DA ROSA

Date and Defense place: Santa Maria, January 24th, 2013.

The present study aimed to evaluate the extraction of phenolic in pequi peel (*Caryocar brasiliense* Camb.) by the methods of agitation and microwave focusing and subsequent application of the extract with the highest yield in fresh sausages to prolong shelf life. Analyzes were performed to obtain the chemical composition of pequi peel and extracts were quantified in the total phenolic content and antioxidant activity by DPPH method and β -carotene / linoleic acid system test. The hydroethanolic extract 80% submitted to agitation of the pequi peel showed the greater phenolic content and was applied at concentrations of 0.5%, 1.0% and 1.5% (w / v) in the manufacture of chicken sausage and subsequently analyzed in cold storage at 4 ° C for 42 days. Analyses of moisture, protein, ash and fat in sausages were analyzed every seven days for pH, color, TBARS values and microbiological analyzes. Sensory analysis was assessed by testing the acceptability hedonic scale with seven points and calculated index of acceptability. The results on the chemical composition of the products are in compliance with required by Brazilian law. With regard to the color of the product, this showed a trend toward dark staining during storage. In the final period of storage the amount of TBARS sausage to 1.5% of extract was 0.10 ± 0.421 mg MDA.Kg-1 sample and control 1.375 ± 0.11 mg MDA.Kg-1. The values for coagulase positive Staphylococcus, Salmonella, Coliform bacteria and fecal coliforms were below the limits established by law. The rate of acceptability (% IA) for the attributes analyzed had a satisfactory initial panel test except for color, odor and appearance of the product with the highest concentration of the extract. It is concluded that the sausages prepared with this extract at a concentration of 1.0% showed satisfactory results when it is to prolong shelf life.

Key-words: chicken sausage, pequi, microwave, lipid oxidation, natural antioxidant.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 -	Mecanismo de reação da oxidação lipídica.....	19
Figura 2 -	Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos.....	22
Figura 3 -	Mapa de ocorrência natural de árvores de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	24
Figura 4 -	Casca seca e pó da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.)..	25

ARTIGO 1

Figura 1 -	Correlação entre as metodologias de atividade antioxidante do β -caroteno/ácido linoleico e do radical DPPH para o extrato hidroetanólico 80% micro-ondas focalizada da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	44
Figura 2 -	Correlação entre as metodologias de atividade antioxidante do β -caroteno/ácido linoleico e do radical DPPH para o extrato hidroetanólico 80% agitação da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	44

ARTIGO 2

Figura 1 -	Gênero e faixa etária dos provadores que realizaram análise sensorial aos 6 dias de armazenamento.....	66
Figura 2 -	Gênero e faixa etária dos provadores que realizaram análise sensorial aos 20 dias de armazenamento.....	66
Figura 3 -	Intenção de compra das linguiças de frango aos 6 e 20 dias de armazenamento.....	70

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 -	Composição centesimal da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) em base integral (g/100g de amostra).....	37
Tabela 2 -	Teor de compostos fenólicos totais expressos em equivalente de ácido gálico (g GAE.Kg ⁻¹ ms*) de extratos da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	39
Tabela 3 -	Atividade antioxidante máxima e concentração inibitória (IC ₅₀) dos extratos da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) e do BHT, utilizando o radical livre DPPH.....	41
Tabela 4 -	Atividade antioxidante de extratos da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) e do BHT pelo método do β-caroteno/ácido linoleico.....	42

ARTIGO 2

Tabela 1 -	Formulação da linguiça de frango.....	54
Tabela 2 -	Composição química das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), durante o período de armazenamento a 4°C (±1 °C).....	58
Tabela 3 -	Valores médios de pH das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (±1 °C).....	59
Tabela 4 -	Valores médios para a Luminosidade (L*), parâmetro (a*), parâmetro (b*), índice de saturação (C*) e ângulo de tonalidade (h*) da linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (±1 °C).....	61
Tabela 5 -	Valores médios de TBARS (mg MDA/Kg de amostra) das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (±1 °C).....	63
Tabela 6 -	Valores médios da contagem de aeróbios mesófilos totais e psicrotróficos das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (±1 °C).....	65
Tabela 7 -	Médias das notas atribuídas para as características sensoriais de cor, odor, sabor, textura e aparência para as amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), no dia 6 de armazenamento a 4 °C (±1 °C).....	67

Tabela 8 -	Médias das notas atribuídas para as características sensoriais de cor, odor, sabor, textura e aparência para as amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), no dia 20 de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).....	68
Tabela 9 -	Valores obtidos para o índice de aceitabilidade (%) das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato de casca de pequi (<i>Cariocar brasiliense</i> Camb.), nos dias 6 e 20 de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a* - Variação entre a cor vermelha (+a*) e a verde (-a*)
ANOVA - Análise de variância
b* - Variação entre a cor amarela (+b*) e o azul (-b*)
BHA - Butilhidroxianisol
BHI - Infusão Cérebro Coração
BHT - Butilhidroxitolueno
C* - Saturação
CISPOA - Coordenadoria de Inspeção de Produtos de Origem Animal
DPPH - 1,1-difenil-2-picrilhidrazil
EAG ou GAE - Equivalente Ácido Gálico
ECP - Extrato da Casca de Pequi
h* - Ângulo de tonalidade
IA - Índice de Aceitabilidade
IC₅₀ - Concentração Inibitória
Log - Logaritmo
L* - Luminosidade, variando de 0 (preto) até 100 (branco)
MDA - Malonaldeído
NMP - Número Mais Provável
pH - Potencial hidrogeniônico
PG - Propil Galato
TBA - Ácido 2-tiobarbitúrico
TBARS - Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico
TBHQ - Tercbutilhidroquinona
UFC - Unidade Formadora de Colônias
VRBA - Ágar Cristal Violeta Vermelho Neutro Bille

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Instrumento para avaliação sensorial.....	89
Apêndice 2 - Fotos referentes ao 1 ^o e 42 ^o dia de armazenamento das linguiças de frango.....	90

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Linguiça de frango.....	17
2.2 Oxidação lipídica.....	17
2.3 Antioxidantes.....	19
2.3.1 Antioxidantes sintéticos.....	21
2.3.2 Antioxidantes naturais.....	22
2.3.2.1. Pequi.....	23
2.4 Aproveitamento de subproduto.....	25
2.5 Obtenção de extratos.....	26
2.5.1 Extração assistida por micro-ondas focalizada.....	26
2.5.2 Extração por agitação.....	27
2.5.3 Solventes.....	28
3. ARTIGOS CIENTÍFICOS	29
3.1 Artigo 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DA CASCA DE PEQUI (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	29
3.2 Artigo 2 - AVALIAÇÃO DO <i>SHELF LIFE</i> DE LINGUIÇAS DE FRANGO ADICIONADAS DE EXTRATO DA CASCA DE PEQUI (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	49
4. CONCLUSÕES GERAL	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICES	89

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência da oxidação lipídica é considerada como um dos principais fatores que afetam a qualidade da carne e produtos cárneos avícolas, conduzindo-os a alterações sensoriais, perda do valor nutricional, formação de constituintes tóxicos e a geração de radicais livres, os quais são diretamente associados ao surgimento de inúmeras doenças que afetam a saúde humana.

Desde os primeiros tempos, as pessoas procuraram cuidar melhor de seus alimentos, utilizando vários métodos de preservação, para melhor controlar a sua deterioração. Na atualidade, a indústria alimentícia vem preocupando-se cada vez mais com a salubridade de seus produtos, pois, além das doenças transmitidas pelos alimentos contaminados serem uma ameaça geral para a saúde humana, são, também, uma causa importante da diminuição da produtividade econômica.

Um dos problemas é a perda de alimentos em grandes quantidades devido à deterioração, principalmente produtos perecíveis que muitas vezes são perdidos antes mesmo de atingirem o consumidor final, sendo esta uma realidade dos países em desenvolvimento. Estas perdas contribuem, diretamente, para agravar os problemas de desnutrição e aumentar o nível de fome da população em geral, gerando em consequência a diminuição da produtividade e aumentando a predisposição à enfermidades.

O uso de antioxidantes naturais como conservantes em produtos cárneos tem o objetivo de tornar estes alimentos mais seguros ao consumo humano, prolongar a vida útil, com a redução de perdas através da inibição e retardamento do processo de oxidação (DIMITRIOS, 2006). Visto que, os consumidores estão cada vez mais exigentes à escolha de seus alimentos e há uma crescente procura por produtos cárneos derivados de aves, a linguiça de frango torna-se um produto viável para adição de antioxidantes naturais devido às perdas por oxidação lipídica. Georgetalis et al. (2007) afirmam que as características das linguiças frescas como o alto teor de gordura, a natureza das matérias primas e a falta de tratamento térmico torna o produto propenso à oxidação lipídica e a contaminação microbiana.

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é uma fruta típica do cerrado brasileiro muito consumida pela população desta região em preparações cozidas. Possui características sensoriais e nutricionais de interesse e a agregação de valores ao

pequi depende do domínio de tecnologias apropriadas, tanto de conservação como de elaboração de novos produtos, pois metade da safra na pós-colheita é perdida todo ano. O fruto é uma drupa composto por 76,7% de casca, 21,6% de caroço (pirênios) e 1,7% de frutinhos (pirênios que não completaram seu desenvolvimento fisiológico) (VERA et al., 2005). Segundo Lima et al. (2007) é uma fruta rica em ácidos graxos, β -caroteno e vitamina A, também se constitui em uma fonte importante de fibra alimentar. Contudo, a casca que possui alto teor de fibras alimentares não é aproveitada transformando-se em um problema ambiental.

Ainda, por ser um alimento que contém quantidades expressivas de compostos fenólicos e carotenoides considera-se que o pequi possua compostos que protegem a fração lipídica da oxidação, além do fato de o pequi ser nativo de regiões de alta incidência de radiação solar, que também promove a formação de radicais livres (LIMA, 2008).

Com base no exposto, a utilização de extratos de pequi como ingrediente na formulação de linguiças de frango pode ser benéfico devido às características antioxidantes do pequi que podem atuar positivamente na conservação deste produto cárneo prevenindo a oxidação lipídica, além da possibilidade de difusão do sabor do pequi pelas demais regiões do país por meio de um produto industrializado.

Esta dissertação teve por objetivo extrair os fenólicos da casca do pequi por diferentes métodos e solventes e posterior aplicação do extrato com maior rendimento em linguiças de frango.

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

- Extrair os fenólicos da casca do pequi em diferentes condições de solvente por extração assistida por micro-ondas focalizada e pelo método de agitação;
- Quantificar o conteúdo de polifenóis totais, β -caroteno e atividade antioxidante *in vitro* dos extratos da casca de pequi;
- Aplicar o extrato que apresentou as melhores características antioxidantes em linguiça de frango;
- Caracterizar as linguiças quanto a composição centesimal, pH e cor;
- Monitorar o efeito do extrato em diferentes concentrações na estabilidade lipídica e microbiológica das linguiças durante o armazenamento;
- Avaliar a aceitação sensorial das formulações das linguiças elaboradas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Linguiça de Frango

A produção de linguiças teve origem nos mais antigos métodos de conservação de alimentos conhecidos pelo homem, o embutimento e a cura. Estes métodos foram trazidos para o país pelos imigrantes italianos que iniciaram com a produção caseira, a qual, com o passar do tempo, originou as pequenas fábricas (RAIMUNDO; COUTO; LANZILLOTTI, 2005).

Os embutidos são definidos como produtos preparados com carne, órgãos e vísceras comestíveis, condimentos, podendo ou não ser cozido, curado, maturado, dessecado, contido em envoltório natural ou artificial (BRASIL, 1952). Entende-se por linguiça o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000).

As principais etapas envolvidas no processamento de linguiça segundo Terra (1998) são: recebimento da matéria-prima; preparo e formulação; moagem; mistura das carnes com os condimentos e aditivos até completa homogeneização para o desenvolvimento do sabor e início do processo de cura; embutimento.

As características das linguiças frescas como o alto teor de gordura, a natureza das matérias primas e a falta de tratamento térmico torna o produto propenso à oxidação lipídica e a contaminação microbiana (GEORGENTALIS et al., 2007).

2.2 Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica é uma reação que limita a vida de prateleira de vários alimentos devido à deterioração que culmina na redução da qualidade do produto. As alterações na qualidade podem ser percebidas pelas mudanças de sabor, cor, textura, valor nutricional e pela produção de compostos potencialmente tóxicos. De acordo com Almeida (2005) os principais fatores que afetam a deterioração da qualidade da carne pela oxidação lipídica incluem a composição dos fosfolipídeos, o

teor de ácidos graxos poli-insaturados na carne e a presença de íons metais livres. Mariutti e Bragagnolo (2009) destacam como fatores extrínsecos aqueles que contribuem para o desenvolvimento da oxidação lipídica em carnes como às condições de processamento, a moagem, o tratamento térmico, a aplicação de alta pressão, a adição de outros ingredientes a formulação do produto, a temperatura de armazenamento, o tipo de embalagem e a exposição à luz.

A gordura de aves sofre oxidação muito facilmente, sendo ainda mais pronunciado em produtos pré-cozidos ou pré-fritos. Como as gorduras animais *in natura* são normalmente desprovidas de antioxidantes naturais, a oxidação lipídica pode rapidamente degradá-las, causando sua rancidez (VIEIRA, 2003).

No caso das linguiças, o início da reação de rancidez oxidativa é catalisado pela ação do oxigênio do ar sobre os ácidos graxos insaturados presentes na gordura do frango. A autooxidação lipídica é iniciada pela formação de radicais livres, os quais atacam e abstraem um átomo de hidrogênio de um radical metil, adjacente a dupla ligação do ácido graxo insaturado, deixando um elétron desemparelhado no carbono, gerando um radical alila (KAHL; HILDEBRANDT, 1986).

Segundo Coltro e Buratin (2004) a rancidez pode ser classificada como: rancidez hidrolítica – ocorre na presença de umidade devido à ação das enzimas lípases que catalisam a reação de hidrólise dos acilgliceróis, liberando ácidos graxos; e rancidez oxidativa ou oxidação – ocorre devido a ação de enzimas lipoxigenases ou mediante ação não-enzimática, tais como auto-oxidação e a foto-oxidação. A oxidação se constitui o mecanismo oxidativo mais relevante na deterioração de lipídeos da carne.

Segundo Vieira (2003), a rancidez oxidativa pode ocorrer pelo processo auto-oxidativo, este mecanismo leva a formação de compostos que podem ser desejáveis (cor, odor, sabor) ou indesejáveis (formação de compostos tóxicos, compostos cíclicos). A auto-oxidação pode ser dividida em três partes: iniciação, propagação e terminação (Figura 1).

Na fase de iniciação estão envolvidas ações dos radicais livres e o mecanismo natural de defesa antioxidante, no organismo ainda vivo com alteração na estrutura das membranas celulares. Como características têm-se o baixo consumo de oxigênio, aumentando lentamente e baixa concentração de peróxidos, não há alterações sensoriais e aumenta a concentração de radicais livres. Na fase de propagação ocorre a destruição oxidativa, sendo que no período imediatamente

antes e pós-abate, ocorre uma série de eventos bioquímicos, tais como, falha do sistema antioxidante natural, diminuição do pH, ação enzimática, desnaturação proteica e liberação de ferro. Na terceira fase, terminação, as características são: consumo de oxigênio tendendo a cair, diminuição dos peróxidos e forte alteração sensorial, podendo haver alterações da cor e viscosidade (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

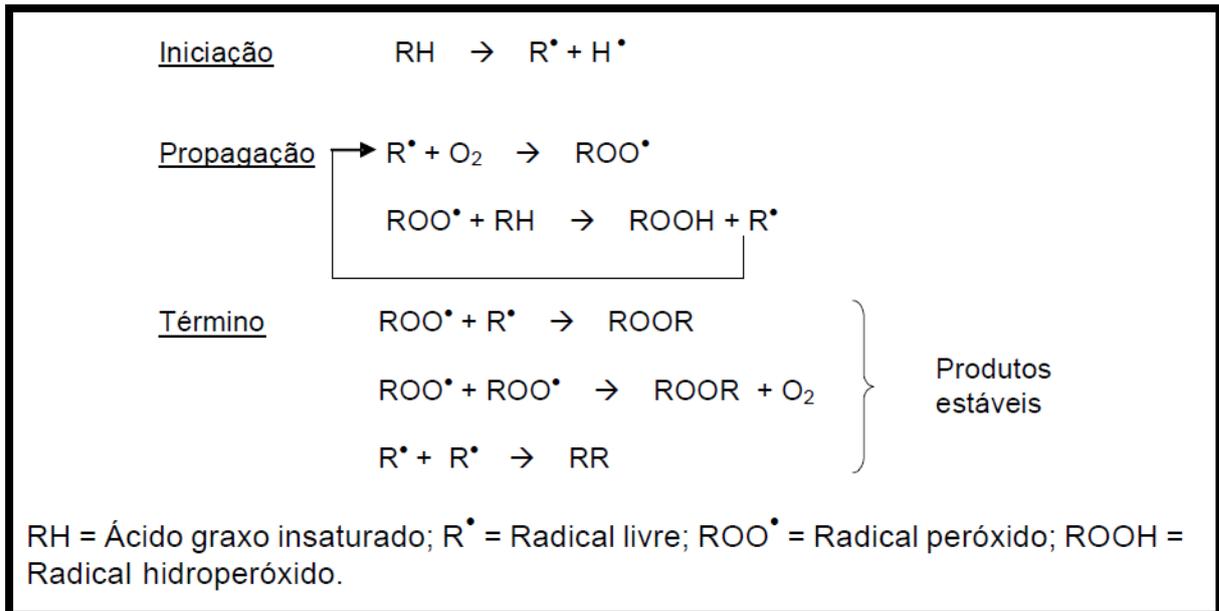


Figura 1 – Mecanismo de reação da oxidação lipídica.

Fonte: Ramalho e Jorge (2006).

A oxidação lipídica em carnes pode ser acompanhada pela determinação dos valores de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico ou TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico). A reação envolve o ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído produzindo um composto de cor vermelha, medido espectrofotometricamente no comprimento de onda a 532 nm (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005).

2.3 Antioxidantes

Um dossiê sobre antioxidantes apresentado na Food Ingredients Brasil (2009), relata que o retardamento das reações oxidativas por determinados compostos foi primeiramente registrado por Claude Berthollet, em 1797, e depois esclarecido por Humphry Davy, em 1817. Até então, a rancificação de gorduras e alimentos permanecia desconhecida. O curso da rancificação de gorduras

permaneceu desconhecido até Duclaux demonstrar que o oxigênio atmosférico era o maior agente causador de oxidação do ácido graxo livre. Mas foi durante a I Guerra Mundial e pouco depois, que Moureu e Dufraise testaram a atividade antioxidante de mais de 500 compostos, sendo estes o conhecimento atual das propriedades de vários produtos químicos para prevenir a oxidação de gorduras e alimentos gordurosos.

Segundo a Anvisa (Ministério da Saúde), substâncias antioxidantes são aquelas que retardam o aparecimento de alteração oxidativa no alimento (BRASIL, 1997). Do ponto de vista químico, os antioxidantes são compostos aromáticos que contêm, no mínimo, uma hidroxila, podendo ser sintéticos ou naturais. De acordo com o Food and Drug Administration (FDA), define antioxidantes como sendo substâncias utilizadas para preservar alimentos através do retardamento da deterioração, rancidez e descoloração decorrentes da autoxidação. Sendo assim, antioxidantes são substâncias capazes de sequestrar ou impedir a formação de radicais livres.

De acordo com Damodaran, Parkin e Fennema (2010) o mecanismo de ação dos antioxidantes está bem elucidado, isto é, para que um composto seja eficiente na redução das reações da autoxidação é necessário que ele iniba a formação de radicais livres na iniciação da cadeia de oxidação ou interrompa a sua propagação.

Embora a inibição completa da oxidação lipídica até agora não tenha sido conseguida, Bobbio e Bobbio (2001) destacam que o uso de antioxidantes tem conseguido retardar esse processo por períodos longos, de modo a permitir o consumo dos lipídios ou dos alimentos que os contêm, mesmo após seu armazenamento por muitos meses.

Os antioxidantes podem ser classificados em primários e secundários. Conforme Gordon (1990), os antioxidantes primários são capazes de interromper a cadeia de radicais cedendo hidrogênio a um radical lipídico livre e assumindo a forma de radical estável. Podem-se incluir nesse grupo os polifenóis, que apresentam grupos doadores de elétrons nas posições *orto* e *para* de sua cadeia cíclica. Os secundários reduzem o processo de iniciação, utilizando agentes quelantes de metais como, por exemplo, o ácido etilenodiaminotetracético e o ácido cítrico.

Quanto à origem das substâncias antioxidantes podem ser divididos em antioxidantes sintéticos ou naturais. Contudo, para proteger os lipídios e evitar a

deterioração sensorial aparente, as indústrias alimentícias têm feito uso de vários aditivos alimentares com propriedades antioxidantes. Entretanto, a conscientização dos consumidores dos riscos à saúde provocados pelos aditivos, resultou em indicações às indústrias alimentícias para se evitar o uso de aditivos sintéticos, e desta forma estuda-se a possibilidade do uso de aditivos naturais ou métodos alternativos para extensão da vida de prateleira, aumentar a segurança e evitar os danos da oxidação lipídica (GEORGANTELIS et al., 2007).

2.3.1 Antioxidantes Sintéticos

Os compostos antioxidantes sintéticos mais utilizados na indústria de alimentos são o Butilhidroxianisol (BHA), o Butilhidroxitolueno (BHT), o Tercbutilhidroquinona (TBHQ) e o Propil Galato (PG) utilizados para diminuir a fase de propagação da reação de oxidação. Entretanto, apresentam o inconveniente de serem voláteis e facilmente decompostos em altas temperaturas. Os riscos à saúde associados com o consumo crônico dessas substâncias são preocupantes e continuam a ser estudados (MARTINEZ-TOME et al., 2001).

São compostos com estrutura fenólica (Figura 2) que ao doar um próton a um radical livre regenera a molécula de acilglicerol e interrompe o mecanismo de oxidação e os derivados fenólicos são assim transformados em radicais livres, os quais podem se estabilizar sem promover ou propagar reações de oxidação (BUCK, 1981).

Embora potentes antioxidantes como BHA e BHT sejam permitidos em produtos cárneos, em quantidades de 0,01 gramas de antioxidante para cada cem gramas de produto (GRÜN et al., 2006), os antioxidantes sintéticos requerem testes extensos e de custo elevado para comprovar a sua segurança para aplicação em alimentos (MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; PROVAN, 2002). Ainda, estudos toxicológicos têm demonstrado a possibilidade de antioxidantes sintéticos apresentarem algum efeito tóxico e serem promotores de alguns tipos de câncer entre outros efeitos fisiológicos (SOARES, 2002).

No Brasil, o uso de aditivos com função antioxidante em produtos cárneos são definidos de acordo com o estabelecido na Portaria número 1.004 de 11 de dezembro de 1998 (BRASIL, 1998).

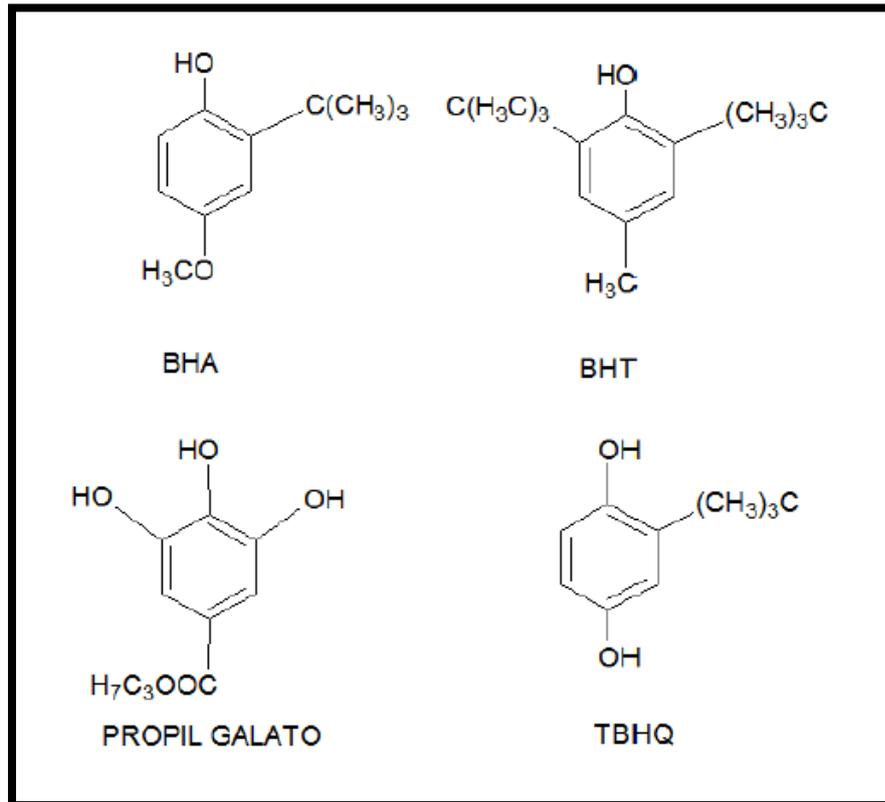


Figura 2 – Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos.
Fonte: Ramalho e Jorge (2006).

2.3.2 Antioxidantes Naturais

Os antioxidantes naturais apresentam-se como alternativa para prevenir a deterioração oxidativa dos alimentos, minimizando assim os danos que esses compostos oxidativos causariam nos seres humanos (MELO; GUERRA, 2002). Ainda, os antioxidantes naturais estão sobrepondo-se aos antioxidantes sintéticos devido a uma demanda cada vez maior de produtos naturais pelos consumidores, conseqüente à crescente preocupação com a saúde. Assim, o uso de condimentos como antioxidantes naturais tem sido objeto de estudo em diversas pesquisas que empregam diversas matrizes cárneas alimentares (MARIUTTI et al., 2008). Esta preocupação com a saúde está ligada a percepção negativa dos consumidores sobre a segurança dos antioxidantes sintéticos, os quais tem sido restringidos devido ao seu potencial de carcinogênese, bem como outros efeitos maléficos a saúde (VELASCO, 2005).

Fernández-Ginés et al. (2005) defendem que o uso de conservantes naturais para aumentar a vida útil dos produtos de carne é uma tecnologia promissora uma vez que muitas substâncias vegetais possuem propriedades antioxidante e

antimicrobiana, além destes ingredientes serem considerados funcionais em produtos cárneos resultando em melhor qualidade nutricional.

Entre os antioxidantes naturais mais utilizados na indústria alimentícia podem ser citados tocoferóis, ácidos fenólicos e extratos de plantas como alecrim e sálvia (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

Atualmente diversos estudos têm sido realizados visando verificar o potencial antioxidante dos ácidos fenólicos, com o objetivo de substituir os antioxidantes sintéticos. A utilização de antioxidantes naturais tem abrangido toda a cadeia de produção de carnes, não se restringindo apenas nos produtos finais (DURAN; PADILLA, 1993; PEREIRA, 2009).

Os compostos fenólicos apresentam diversas propriedades fisiológicas (como antialérgica, antiarteriogênica, anti-inflamatória, antimicrobiana, antitrombótica, cardioprotetiva e vasodilatadora), mas o principal efeito dos compostos fenólicos tem sido atribuído à sua ação antioxidante em alimentos (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006).

2.3.2.1 Pequi

Pequi é o nome popular de *Caryocar brasiliense* Camb. da família botânica *Caryocaceae*. Também é conhecido como piqui, pequiá, amêndoa de espinho, grão de cavalo ou amêndoa do Brasil. Os pequizeiros são árvores de regiões quentes, sendo ideais as regiões norte e centro-oeste do Brasil (Figura 3), sendo o pequi uma fruta típica do cerrado. A safra ocorre no período de setembro a fevereiro e cada planta adulta pode produzir, em média, até dois mil frutos por safra. O cerrado apresenta uma rica biodiversidade vegetal, salientando-se frutos com elevado potencial para a alimentação humana (GONÇALVES et al., 2011).

Os frutos dos pequizeiros são normalmente coletados do chão, logo que amadurecem e caem das árvores, quando são considerados maduros. Após a queda natural, caso não seja realizada a coleta imediata, os frutos tornam-se macios em dois ou três dias e rapidamente entram em processo de deterioração. Em função da crescente demanda e quando os preços são altos, muitos catadores realizam a coleta na árvore conhecida como “pequi de vara”, que consta da derrubada dos frutos sem que tenham completado o processo de maturação, considerado um dos

principais problemas do extrativismo atual do pequi, reduzindo a qualidade do fruto comercializado (OLIVEIRA et al., 2006).



Figura 3 – Mapa de ocorrência natural de árvores de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

Fonte: www.umpedeque.com.br

O fruto é uma drupa composto por 76,7% de casca, 21,6% de caroço (pirênios) e 1,7% de frutinhos (pirênios que não completaram seu desenvolvimento fisiológico) (VERA et al., 2005). Segundo Marques (2001), a casca (Figura 4) é composta por duas camadas: uma fina e coriácea, de cor verde acinzentada (epicarpo), e outra mais espessa e carnosa, branco-amarelada (mesocarpo externo).

A casca possui alto teor de fibras alimentares (BARBOSA; AMANTE, 2002), mas não é aproveitada, transformando-se em um problema ambiental. Dentre as diversas formas de utilização da casca destaca-se a produção de uma tintura castanho-escura para tingimento artesanal, na alimentação de bovinos, sendo mais útil na alimentação humana em virtude do seu elevado teor de fibra alimentar (OLIVEIRA et al., 2008).

Um estudo sobre a evolução da produção e preço dos principais produtos florestais não madeireiros extrativos do Brasil analisou o período de 1982 a 2005 e constatou que o pequi apresentou um crescimento considerável na quantidade

produzida, encontra-se como produto considerado como mercado em ascensão e como a evolução do mercado mais promissora no período analisado. Isto pode ser justificado devido a grande popularidade do pequi que vem expandindo-se do âmbito regional para o nacional, além da legislação atual que protege o pequizeiro que está imune de corte (ALMEIDA et al., 2009).

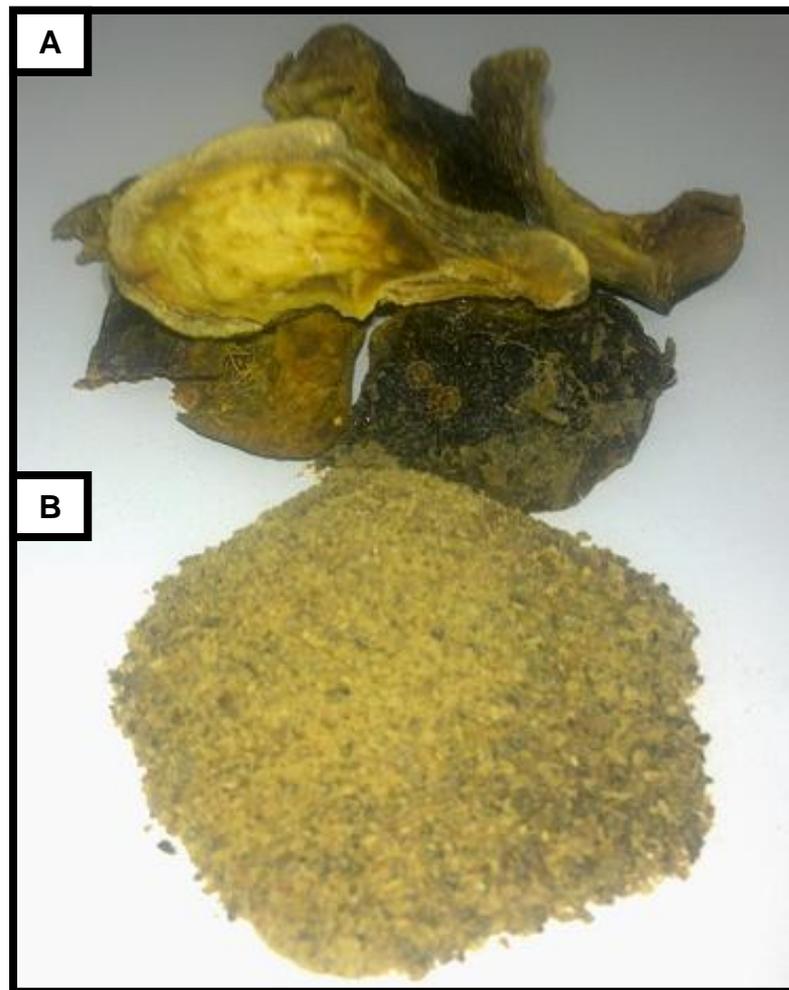


Figura 4 – Casca seca (A) e pó da casca (B) de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).
Fonte: Acervo pessoal do autor.

2.4 Aproveitamento de subproduto

A fome e o desperdício de alimentos são dois dos maiores problemas que o Brasil enfrenta, constituindo-se em um dos paradoxos de nosso país. Produzimos 140 milhões de toneladas de alimentos por ano, somos um dos maiores exportadores de produtos agrícolas do mundo e, ao mesmo tempo, temos milhões de excluídos, sem acesso ao alimento em quantidade e/ou qualidade (GONDIM et

al., 2005). Como o homem necessita de uma alimentação sadia e rica em nutrientes, isto pode ser alcançado com partes de alimentos que normalmente são desprezadas, como as cascas.

As cascas são, muitas vezes, mais nutritivos do que a parte dos alimentos que estamos habituados a consumir. Um quarto de toda produção nacional de frutas, verduras e legumes não são aproveitados. Utilizar o alimento em sua totalidade significa mais do que economia significa usar os recursos disponíveis sem desperdício, reciclar, respeitar a natureza e alimentar-se bem, com prazer e dignidade (BADAWI, 2009).

Muitas vezes, o teor de alguns nutrientes na casca é ainda maior do que na polpa do respectivo alimento, conforme foi possível observar em alguns estudos com frutas, que evidenciaram maiores concentrações nas cascas em relação às respectivas polpas para alguns nutrientes, principalmente fibras, potássio, cálcio e magnésio (GONDIM et al., 2005).

Oliveira et al. (2009) ao estudarem a caracterização física de frutos do pequi nativos da Chapada do Araripe – CE, afirmam que o rendimento em casca (72,78%) do *Caryocar coriaceum* equipara-se aos encontrados por outros pesquisadores (SOUZA, 2005; VERA et al., 2005; 2007) para o *Caryocar brasiliense*. Embora se refira a espécies distintas, a proporção entre as partes constituintes do pequi mantém-se com poucas variações relativas.

2.5 Obtenção de extratos

2.5.1 Extração assistida por micro-ondas focalizada

A extração assistida por micro-ondas tem sido relatada por melhorar a eficiência de extração de compostos traços em alimentos e solos e pode ser realizada utilizando solvente em sistema fechado (sob pressão controlada) ou aberto (sob pressão atmosférica) (ESKILSSON; BJORKLUND, 2000; KORNILOVA; ROSELL-MELE, 2003). O sistema aberto é conhecido como extração assistida por micro-ondas focalizada onde a amostra é aquecida de forma homogênea utilizando micro-ondas focalizadas do sistema (CAMEL, 2000). Neste sistema, a radiação eletromagnética é aplicada diretamente na mistura solvente-amostra e é convertida em calor. Em consequência as moléculas alvos migram da matriz para o solvente

devido ao aquecimento muito localizado, sendo a absorção de energia das micro-ondas dependente da natureza do solvente e da matriz da amostra (OUFNAC et al., 2007).

Segundo Matsui (2006) o forno de micro-ondas focalizada caracteriza-se por incidir uniformemente, mas não de maneira contínua, as micro-ondas e por possuir um dispositivo que mede a temperatura no interior do mesmo. Pelo painel de controle, localizado na parte externa do forno, é possível programar e monitorar a temperatura e o tempo desejados para cada processo. Cravotto et al. (2008) afirmam que a extração assistida por micro-ondas é reconhecida como eficiente técnica de extração, reduzindo o tempo de trabalho, aumento do rendimento e melhor qualidade do extrato.

2.5.2 Extração por agitação

Existem várias metodologias para preparação de extratos vegetais, visando o isolamento de seus constituintes químicos. O método de extração utilizado pode influenciar significativamente no nível dos componentes recuperados, dessa maneira pode determinar a habilidade antioxidante de cada tipo de extrato (KOBAYASHI et al., 2007; HAYOUNI et al., 2007).

Sob o ponto de vista químico não há como selecionar a metodologia mais eficiente para a extração desses compostos que podem sofrer a influência de diversos fatores. Dentre esses, podem ser citados a natureza do vegetal, o tamanho das partículas, o tempo, a temperatura e o solvente empregado na extração (SHAIKH; NACZK, 1995).

O tempo de extração afeta consideravelmente a recuperação dos polifenóis. O período de extração deve variar entre 1 minuto a 24 horas. No entanto, longos períodos de extração aumentam a possibilidade de oxidação dos fenólicos exigindo que agentes redutores sejam adicionados ao solvente do sistema (SHAIKH; NACZK, 1995).

A decomposição térmica tem sido apontada como a maior causadora da redução do conteúdo de polifenóis podendo afetar os compostos bioativos de diferentes maneiras, sendo as temperaturas mais amenas as mais indicadas durante a extração (ANDREO; JORGE, 2006).

2.5.3 Solventes

A extração com solventes orgânicos é frequentemente utilizada para o isolamento dos compostos bioativos. O rendimento da extração e a determinação da atividade antioxidante dos extratos dependem do tipo de solvente, devido às diferenças nos potenciais antioxidantes e à polaridade dos compostos. A água e os solventes orgânicos como etanol, éter e metanol são frequentemente utilizados para extração de compostos bioativos, sendo o etanol e a água os solventes mais empregados para a extração de antioxidantes. Para a identificação e isolamento de compostos bioativos em fontes naturais como frutas, sementes e especiarias é necessária a realização da extração com solventes de polaridades diferentes. As pesquisas enfocam essas extrações com o objetivo de comparar seus resultados e encontrar a melhor alternativa para sua aplicação em alimentos (ANDREO; JORGE, 2006; PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006).

Contudo, Andreo e Jorge (2006) concluíram em seu estudo sobre antioxidantes naturais e técnicas de extração que a extração de substâncias antioxidantes com solventes orgânicos pode ser eficiente para alguns casos, porém torna-se agressiva ao ambiente devido aos resíduos gerados durante o uso de substâncias tóxicas.

3. ARTIGOS CIENTÍFICOS

3.1 Artigo 1

Configuração conforme normas da Revista Semina: Ciências Biológicas e da Saúde (Anexo A).

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DA CASCA DE
PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.)**

TOTAL PHENOLIC CHEMICAL COMPOUNDS AND EVALUATION OF
ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS FROM THE PEQUI PEEL (*Caryocar
brasiliense* Camb.)

Sabrina Sauthier Monteiro¹; Claudia Severo da Rosa^{2*}; Solange Cristina da Silva
Martins³; Raquel Righi⁴; Flávia Dalla Nora⁴

¹ Aluna de Mestrado, Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM;

² Professora, Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM;

³ Professora, Curso de Farmácia, Ciências da Saúde, Centro Universitário Franciscano – Unifra;

⁴ Alunas estagiárias do projeto, Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM;

* A quem a correspondência deve ser enviada, Av. Roraima n° 1000, Prédio 42, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS – Brasil, Fone: +55 55 3220 8254, e-mail: claudiasr37@yahoo.com.br

Resumo

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é uma fruta do bioma cerrado, conhecida e consumida principalmente por populações que habitam essa região. Nesse estudo, objetivou-se caracterizar quimicamente a casca de pequi e verificar o teor de β -caroteno bem como quantificar os polifenóis totais e avaliar a capacidade antioxidante de diferentes extratos obtidos da casca de pequi. Os extratos foram obtidos por meio de agitação e por micro-ondas focalizada utilizando como solventes etanol a 80% e água, durante 20 minutos a temperatura de 70 °C. Os dados obtidos permitem afirmar que a casca de pequi é basicamente constituída de água, fibra alimentar e carboidratos e o teor de β -caroteno encontrado foi de 20,71 \pm 1,65 μ g/100g. Os extratos mostraram altos conteúdos de polifenóis totais e quanto à

atividade antioxidante, pelo método de avaliação do potencial em sequestrar radicais livres por meio do modelo 2,2 difenil-1-picril hidrazil (DPPH) e pelo ensaio em sistema β -caroteno/ácido linoleico, os extratos que apresentaram os melhores resultados foram, respectivamente, o extrato hidroetanólico e o extrato aquoso, ambos submetidos ao método de extração sob agitação. Os resultados indicam que os extratos possuem grande potencial antioxidante. A utilização de casca de pequi para a extração de fitonutrientes benéficos, tais como antioxidantes fenólicos não só proporcionam benefícios à saúde, mas também agregam valores aos resíduos gerados pelo processamento de pequi nas cooperativas.

Palavras-chave: pequi, composição química, polifenóis totais, atividade antioxidante, DPPH, β -caroteno.

Abstract

The pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) is a fruit of the cerrado biome, known and consumed mainly by people who inhabit this region. This study aimed to characterize the chemical of the pequi peel and check the content of β -carotene as well as quantify the polyphenols and the antioxidant capacity of different extracts from the pequi peel. The extracts were obtained by stirring and microwave focused using as solvent 80% ethanol and water for 20 minutes at 70 ° C. The data obtained allowed to state that the pequi peel is basically composed of water, carbohydrates and total dietary fiber and β -carotene content was found to be of $20.71 \pm 1.65 \mu\text{g}/100\text{g}$. The extracts showed high total polyphenol content and the antioxidant activity by the method of assessing the potential for sequestering free radicals through the model 2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) and the test system β -carotene / acid linoleic extracts showed that the best results were, respectively, the hydroethanolic extract and aqueous extract, both subjected to the stirring extraction method. The results indicate that the extracts have high antioxidant potential. The use of pequi peel for extracting beneficial phytonutrients such as phenolic antioxidants not only provide health benefits, but also add value to the waste generated by processing pequi in cooperatives.

Keywords: pequi, chemical composition, total polyphenols, antioxidant activity, DPPH, β -carotene.

Introdução

A oxidação lipídica é uma reação que limita a vida de prateleira de vários alimentos devido à deterioração que culmina na redução da qualidade do produto. As alterações na qualidade podem ser percebidas pelas mudanças de sabor, cor, textura. Ainda, pode desencadear várias reações secundárias com a formação de radicais livres que, além da formação de compostos *off flavor*, leva a outras reações podendo afetar a segurança e a estabilidade do produto, resultando em perdas de

nutrientes e promovendo mais reações oxidativas e produção de compostos potencialmente tóxicos (GARDINI, 2001).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) define antioxidantes como sendo substâncias que retardam o aparecimento de alteração oxidativa no alimento (BRASIL, 1997). Os antioxidantes podem ser divididos em antioxidantes sintéticos, como o butilhidroxianisol (BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT), ou naturais, como substâncias bioativas fenólicas. Para proteger os lipídios e evitar a deterioração sensorial e aparente, as indústrias alimentícias têm feito uso de vários aditivos alimentares com propriedades antioxidantes. Entretanto, a conscientização dos consumidores dos riscos à saúde provocados pelos aditivos sintéticos resulta em estudos sobre a possibilidade do uso de aditivos naturais ou métodos alternativos para extensão da vida de prateleira, aumentar a segurança e evitar os danos da oxidação lipídica (GEORGANTELIS et al., 2007).

A utilização dos antioxidantes naturais tem como vantagens a aceitação imediata do consumidor e sua utilização não é limitada pela legislação. Os antioxidantes naturais podem apresentar modos de ação que ainda não foram totalmente esclarecidos, geralmente eles atuam como aceptores de radicais livres, como quelantes ou sequestradores do oxigênio singlete e como desativadores de metais pró-oxidantes (GHIRETTI et al., 1997).

Pequi é o nome popular de *Caryocar brasiliense* Camb. da família botânica *Caryocaceae*. Também é conhecido como piqui, pequiá, amêndoa de espinho, grão de cavalo ou amêndoa do Brasil. Os pequizeiros são árvores de regiões quentes, sendo ideais as regiões norte e centro-oeste do Brasil, sendo o pequi uma fruta típica do cerrado (GONÇALVES et al., 2011). O fruto é uma drupa composto por 76,7% de casca, 21,6% de caroço (pirênios) e 1,7% de frutinhos (pirênios que não completaram seu desenvolvimento fisiológico) (VERA et al., 2005). Segundo Marques (2001), a casca é composta por duas camadas: uma fina e coriácea, de cor verde acinzentada (epicarpo), e outra mais espessa e carnosa, branco-amarelada (mesocarpo externo). A casca possui alto teor de fibras alimentares (BARBOSA; AMANTE, 2002), mas não é aproveitada, transformando-se em problema ambiental.

Por ser rico em carotenoides e vitamina C sugere-se que o pequi possua compostos que protegem a fração lipídica da oxidação, além do fato do pequi ser nativo de regiões de alta incidência de radiação solar, que também promove a formação de radicais livres (ALMEIDA; SILVA, 1994; RODRIGUES-AMAYA, 1997;

LIMA, 2008). Um estudo sobre a atividade antioxidante de frutas do cerrado (ROESLER et al., 2007) mostrou que os extratos que contém maiores conteúdos de fenóis totais foram os extratos etanólico e aquoso de casca de pequi (209,37 e 208,42 g GAE. Kg⁻¹, respectivamente) e a determinação da capacidade de sequestrar radicais livres (DPPH) no extrato etanólico e aquoso de casca de pequi foi de 9,44 e 17,98 mg.mL⁻¹, respectivamente. A relação entre concentração de fenóis totais e a capacidade de sequestrar radicais livres dos extratos parece ser bastante significativa, visto que os extratos com maior concentração de polifenóis totais são justamente os extratos com maior atividade antioxidante.

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo caracterizar nutricionalmente a casca de pequi e verificar o teor de β-caroteno, bem como quantificar os compostos bioativos e verificar o potencial antioxidante da casca em extratos obtidos por diferentes métodos e solventes.

Material e métodos

Matéria prima

Os frutos foram adquiridos da Cooperativa Grande Sertão, localizada na cidade de Montes Claros – MG, no mês de janeiro de 2012, após o recebimento os mesmos foram selecionados por ausência de defeitos, pragas e podridões, tiveram suas superfícies lavadas com detergente neutro para a remoção de sujeiras e enxaguados em água corrente. Na sequência, realizou-se a sanitização com hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹, por 20 minutos e após foram cortados manualmente, no sentido diametral, com facas de aço inoxidável e separadas as cascas dos pirênios. Após, a casca foi submetida ao branqueamento, em água (≈75 °C) durante 6 minutos, e imediatamente imersa em água gelada e embalada a vácuo e armazenada a -18 °C até utilização.

Para as análises, a casca foi levada à estufa com ar forçado, a 55 °C, por 48 horas. Em seguida moeu-se a amostra em moinho analítico refrigerado a 4 °C (Quimis, modelo Q 298A21, Brasil) com auxílio de banho ultratermostatizado (Solab, modelo SL-152/10) e depois padronizada em granulometria de 60 mesh (0,25 mm).

Composição centesimal

A determinação de umidade foi feita pela secagem em estufa a 105 °C até peso constante. A determinação do resíduo mineral fixo foi realizada pela incineração em mufla a 550 °C. As proteínas foram determinadas pelo método de Kjeldahl. Os lipídios totais foram obtidos com extração da fração etérea em aparelho de Soxhlet. A fração fibra alimentar total foi determinada pelo método gravimétrico enzimático (método 985.28). Os carboidratos foram obtidos por diferença (AOAC, 1998).

Determinação do β -caroteno

Para a determinação do β -caroteno foi utilizada a metodologia descrita por Nagata e Yamashima (1992), com adaptações. Foi pesado 1 g do pó da casca de pequi e colocado em um tubo de ensaio, em seguida foi acrescentado 10 mL da mistura acetona-hexano (4:6 v/v); após a solução foi homogeneizada por 5 minutos; depois a solução foi filtrada com papel filtro para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com a mistura acetona-hexano (4:6 v/v) antes de realizar a leitura no espectrofotômetro; ainda, filtrou-se o sobrenadante e o espectrofotômetro foi calibrado com a mistura acetona-hexano (4:6 v/v). As leituras foram realizadas a 453, 505 e 663 nm.

Após, foi realizado o cálculo das concentrações de β -caroteno de acordo com a equação 1 e os resultados foram multiplicados por 1000 para serem expressos em $\mu\text{g}/100\text{ml}$:

$$\beta\text{-caroteno (mg/100ml)} = 0,216 A_{663} - 0,304 A_{505} + 0,452 A_{453}$$

Equação (1)

Obtenção dos extratos

Para obtenção dos extratos foram testadas previamente duas temperaturas distintas, 50 e 70 °C, e após testes preliminares para determinação de polifenóis totais elegeu-se a temperatura de 70 °C devido à mesma ter conseguido extrair maiores teores destes fitoquímicos. Ainda, o tempo de extração utilizado foi de 20 minutos seguindo o estudo de Viera (2012).

Extração por agitação

Para extração por agitação utilizou-se a metodologia descrita segundo Lima (2008) com modificações. O extrato foi preparado a partir da casca de pequi previamente moída, pesada (1 g) em um béquer e adicionada de 50 mL de solvente (aquoso e hidroetanólico a 80%). Em seguida estas misturas foram levadas ao banho ultratermostatizado (Solab, modelo SL-152/10) e submetidas à agitação constante utilizando agitador (Marconi MA-039) por 20 minutos a temperatura de 70 °C. Após os extratos foram filtrados em papel filtro e centrifugados a 3000 rpm por 20 minutos. Os sobrenadantes foram acondicionados em frascos âmbar e armazenados em freezer (-18 °C) até o momento das análises. A extração por agitação foi realizada no Laboratório do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria – RS.

Extração assistida por micro-ondas focalizada

Para extração assistida por micro-ondas focalizada utilizou-se de procedimentos descritos para digestão de amostras segundo Costa, Korn e Castro (2006) com modificações. As extrações foram realizadas no forno de micro-ondas com radiação focalizada com duas cavidades equipado com frascos de vidro de capacidade máxima para 180 mL (Star System 2, 800 W, CEM, Matthews, N.C., EUA). As extrações assistidas por micro-ondas foram conduzidas nos Laboratórios do setor de Química Industrial e Ambiental do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria – RS.

Inicialmente a casca de pequi moída foi pesada (1 g) e transferida para os frascos de vidro sendo adicionadas de 50 mL de solvente (aquoso e hidroetanólico a 80%) e submetidas à incidência das micro-ondas em condições de tempo de rampa a 20 minutos e temperatura de 70 °C.

Após o término da extração, os extratos foram filtrados em papel filtro e centrifugados a 3000 rpm por 20 minutos. Posteriormente os sobrenadantes foram acondicionados em frascos âmbar e armazenados em freezer (-18 °C) até o momento das análises. No final de cada extração foi realizada a descontaminação do aparelho com 10 mL de álcool PA por um tempo de 10 minutos.

Determinação dos polifenóis totais

Para a determinação de polifenóis totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventos (1999) com modificações. Em um balão volumétrico o extrato foi diluído em solvente (aquoso e hidroetanólico a 80%). Posteriormente uma alíquota (0,2 mL) da solução foi misturada a 1 mL de reagente de Folin-Ciocalteu 0,2 N (diluído 1:10 v/v). Posteriormente agitado e adicionado 0,8 mL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) 7,5%. Após a incubação a temperatura ambiente (25 °C) por 2 horas, a absorbância foi medida a 765 nm em espectrofotômetro (SP- 220 marca Biospectro). Os resultados do teor de compostos polifenóis totais foram expressos em equivalentes de ácido gálico (mg GAE.Kg^{-1}), calculados por meio de uma curva de calibração $Y = 0,0158x + 0,003$, $R^2 = 0,9901$ para o extrato aquoso e $Y = 0,0173x + 0,1558$, $R^2 = 0,9900$ para o extrato hidroetanólico, onde Y é a absorbância e x é a concentração, construída com concentrações que variam de 0 a 70 mg.Kg^{-1} .

Atividade antioxidante *in vitro*

Método do radical DPPH•

A metodologia utilizada foi descrita por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) com adaptações. Esta se fundamenta na capacidade de sequestro do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH). A técnica consistiu na incubação por 30 minutos, de 2 mL de uma solução hidroetanólica (80% v/v) de DPPH 0,1 mM com 2 mL de soluções contendo diferentes concentrações de cada extrato da casca de pequi e do padrão BHT que variaram de 0,1 a 2000 $\mu\text{g/mL}$.

A solução controle consistiu de DPPH 0,1 mM no solvente correspondente (aquoso e hidroetanólico a 80%) e a solução branco apenas de solvente. Após incubação foram realizadas as leituras das amostras em espectrofotômetro (SP- 220 marca Biospectro) em comprimento de onda de 517 nm. A percentagem de atividade antioxidante (AA%) foi calculada através do percentual de captação do radical DPPH, conforme a Equação 2:

$$AA\% = 100 - \{[(Abs. amostra - Abs. branco) \times 100] \div Abs. controle\}$$

Equação (2)

Após a avaliação da faixa de concentração ideal, calculou-se a concentração necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (IC₅₀).

Ensaio em sistema β-caroteno/ácido linoleico – formação de peróxidos

Os procedimentos de análise foram realizados de acordo com o método descrito por Miller (1971) com adaptações, que se baseia na oxidação (descoloração) do β-caroteno em uma determinada emulsão. Para formar a emulsão, adicionaram-se 20 µL de solução de β-caroteno dissolvido em clorofórmio (20 mg/mL), 40 µL de ácido linoleico, 530 mg de emulsificante *Tween* 40 e 1 mL de clorofórmio para completar a emulsificação. A emulsão foi evaporada em rotaevaporador a 40 °C, por 10 minutos para completa evaporação do clorofórmio. Após a evaporação, foi adicionado 100 mL de água destilada previamente oxigenada (por 30 minutos) sob agitação constante. A solução emulsionada apresentou-se límpida com absorbância na faixa de densidade ótica entre 0,6 – 0,7 nm em 470 nm.

Adicionou-se 0,2 mL de cada extrato da casca de pequi, nas concentrações de 20, 200 e 2000 ppm, a 5 mL da solução emulsionada. Imediatamente, realizou-se a leitura em tempo zero em espectrofotômetro (UV-1 100 marca Pró-Análise) e após os tubos foram colocados em banho-maria a 50 °C e, a cada 15 minutos, por um período de 2 horas, foram realizadas as leituras das absorbâncias. Para o controle seguiu-se o exposto acima substituindo a amostra pelo respectivo solvente (água destilada e etanol a 80%).

Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição de oxidação, que foi calculada em relação ao decaimento da absorbância do controle, conforme a Equação 3:

$$\%I = [(Ac - Aam) \div Ac] \times 100$$

Equação (3)

Onde, Ac = Abs inicial – Abs final (controle) e Aam = Abs inicial – Abs final (amostra).

Análise estatística

As análises foram conduzidas em duplicata. Os resultados foram expressos como média±desvio-padrão e submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si através do teste de Tukey, considerando o nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Os resultados foram analisados através do programa SPSS versão 19.0.

Resultados e discussão

Composição centesimal e β -caroteno

Os resultados da composição centesimal e os valores nutricionais da casca do pequi encontram-se dispostos na tabela 1, na qual se pode observar que constitui fonte importante de fibra alimentar (6,52%) e cada 100 g de casca fornece 30 kcal.

Tabela 1 – Composição centesimal da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em base integral (g/100g de amostra).

Constituintes	Casca (g/100g de amostra)
Umidade	85,79 ± 0,0046
Cinzas	0,36 ± 0,0004
Proteína	0,59 ± 0,0203
Lipídios	0,15 ± 0,0190
Fibra Alimentar	6,52 ± 0,8093
Fibra Solúvel	1,47 ± 0,1585
Fibra Insolúvel	5,05 ± 0,8760
Carboidratos não fibrosos	6,59
Valor Energético Total (kcal/100g)	30,07

Valores expressos em média ± desvio padrão, n=3.

Os resultados demonstram que 100 g da casca do pequi podem fornecer 1,5% das necessidades calóricas de um adulto, com base em uma dieta de 2 000 kcal, e 26% das necessidades de fibra alimentar, com base em uma recomendação de 25 g diários (BRASIL, 2003). Isso demonstra que a utilização da casca de pequi pode ser viável para agregar valor nutricional a outros produtos visto que aumentará o teor de fibra alimentar sem acarretar em grandes prejuízos no valor energético já que se busca reduzir a ingestão de calorias. Embora, a casca desta fruta não seja

comestível *in natura*, o resultado demonstra a importância de se obter outras formas de utilização para o seu consumo.

Assim, a adição de fibras alimentares nos produtos contribuirá para o desenvolvimento de alimentos enriquecidos ou alimentos funcionais que atualmente estão em alta demanda (RAMOS; OLIVEIRA, 2002; SOUSA; SOUZA NETO; MAIA, 2003). Ainda, o consumo regular de fibra alimentar na dieta trás muitos benefícios como melhoria do funcionamento intestinal, redução da fração LDL-colesterol no plasma, redução da resposta glicêmica e insulinêmica pós-prandias e prevenção de algumas patologias como constipação e câncer (MATTOS; MARTINS, 2000; MAFFEI, 2004; MICHELS, 2005).

O teor do pigmento β -caroteno analisado na casca de pequi foi em média de $20,71 \pm 1,65 \mu\text{g}/100\text{g}$ ($n=4$) sendo inferior aos valores encontrados na polpa do pequi por outras pesquisas devido à coloração da mesma (OLIVEIRA, et al. 2006; OLIVEIRA, et al. 2008; GONÇALVES, et al. 2011). O pequi tem uma grande quantidade de carotenoides, dentre eles encontra-se o β -caroteno presente em pequenas quantidades.

A importância dos carotenoides vai além do seu papel corante, enquanto alguns são precursores de vitamina A, outros exibem ação antioxidante, sendo considerados alimentos funcionais. Evidências epidemiológicas demonstram que dietas ricas em carotenoides encontram-se associadas à redução do risco de incidência de câncer e doenças cardiovasculares (BENDER, 2005), bem como na proteção de membranas celulares e lipoproteínas contra danos oxidativos (SIES; STAHL, 1995).

Polifenóis totais

Os resultados do conteúdo de polifenóis totais dos extratos aquoso e hidroetanólico obtidos por micro-ondas focalizada e agitação estão na tabela 2. Os valores encontrados para os compostos fenólicos nos extratos da casca de pequi apresentaram diferença significativa tanto para o tipo de solvente quanto para o método utilizado, sendo o extrato hidroetanólico a 80% sob agitação o que apresentou maior conteúdo de polifenóis (78,58 g GAE/Kg). Roesler et al. (2007), ao determinar fenóis totais dos extratos etanólico e aquoso da casca, da polpa e da semente de frutas do cerrado brasileiro, utilizando o método de Folin-Ciocalteu,

encontrou valores superiores nos extratos etanólico e aquoso da casca de pequi 209,37 e 208,42 g GAE.kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 2 – Teor de compostos fenólicos totais expressos em equivalente de ácido gálico (g GAE.Kg⁻¹ ms*) de extratos da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

Extratos	Fenólicos totais
Aquoso micro-ondas focalizada	11,36 ^d ± 4,45
Aquoso agitação	72,18 ^c ± 4,96
Hidroetanólico 80% micro-ondas focalizada	75,83 ^b ± 0,82
Hidroetanólico 80% agitação	78,58 ^a ± 1,13

Valores expressos em média ± desvio padrão, n=4, com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey. *ms = massa seca.

Bernardes et al. (2011) determinaram o teor de fenóis totais na casca e polpa dos seguintes frutos: ameixa, laranja, maçã e kiwi e observaram que as cascas de todos os frutos apresentaram conteúdos de fenóis totais significativamente (p<0,05) superiores ao da polpa, exceto para a maçã que não apresentou diferença significativa entre o conteúdo fenólico presente na casca e na polpa. Soares et al. (2008) encontraram resultados que demonstraram que o sistema solvente acetona 75% apresentou melhor poder extrator para compostos fenólicos da casca das uvas nas cultivares Isabel e Niágara Rosada estudadas sendo os valores, respectivamente, de 10,27 g.Kg⁻¹ e 12,43 g.Kg⁻¹.

Um estudo realizado para avaliar a eficiência de três soluções extratoras (acetona a 70%, etanol a 95% e metanol a 99,8%) e determinar os teores de compostos fenólicos em 10 espécies de frutas nativas do cerrado, utilizando o método de Folin-Ciocalteou, para compostos fenólicos totais concluiu que para a maioria das frutas analisadas, a acetona a 70% apresentou melhor eficiência indicando que as frutas nativas do cerrado avaliadas no estudo são boas fontes de compostos fenólicos (0,9 a 3,27 g de GAE.Kg⁻¹ de polpa) (ROCHA et al., 2011). Sendo assim, os resultados encontrados no presente estudo para os extratos de casca de pequi apresentaram rendimento maior ao das polpas quando comparados ao estudo de Rocha et al. (2011) para polifenóis totais mostrando que nem sempre a parte que é usualmente consumida, como as polpas de frutas, são as melhores para a nutrição humana, sendo, contudo, necessário à busca por alternativas para o aproveitamento de subprodutos que agreguem valores para estes resíduos que se constituem de muitos nutrientes benéficos a saúde.

Comparando a extração realizada através do forno micro-ondas focalizada com o método por agitação pode-se observar diferença significativa entre os valores dos polifenóis totais em ambos os solventes, observando uma menor extração dos polifenóis totais através do método do forno micro-ondas focalizada que vai de encontro com outros estudos que mostram maior eficiência na extração de compostos fenólicos em outras matrizes alimentares (BALLARD et al., 2010; HAYAT et al., 2009).

Cabe ressaltar que, para a indústria, o método de agitação que foi o que obteve melhores resultados para polifenóis totais é mais viável devido ser um método mais econômico, que não necessita de mão de obra especializada, além de ser o mais popular nas pesquisas acadêmicas.

Diferenças nas metodologias utilizadas para obtenção de extratos dificulta a comparação dos resultados. Pesquisas apontam que vários fatores podem interferir no conteúdo de polifenóis totais nos extratos como crescimento da planta, solo, preparação da planta para extração, processo de extração e metodologia utilizada para identificar estes compostos (MADESN; BERTELSEN, 1995). Contudo, o aproveitamento total dos polifenóis totais desses extratos deverá ser estudado por meio de estudos adicionais dos parâmetros empregados no processo de extração.

Atividade antioxidante *in vitro*

Na avaliação da atividade antioxidante pelo método do radical DPPH, esse reage com o antioxidante, convertendo-se à sua forma reduzida. Inicialmente a solução hidroetanólica de DPPH de coloração violeta torna-se amarela e o grau deste descoramento monitorado através do espectrofotômetro, indica a habilidade do antioxidante em sequestrar o radical livre. Uma forma usual de expressar os resultados deste método é calcular o IC₅₀ e quanto menor for o IC₅₀ apresentado pelo extrato, menor quantidade do mesmo será necessária para reduzir 50% do radical DPPH e maior será sua atividade antioxidante (LIMA, 2008).

Sendo assim, o grau de descoramento indica o potencial antioxidante do extrato, assim um extrato que apresenta alto potencial em sequestrar radicais livres possui baixo valor de IC₅₀, desta forma, uma pequena quantidade de extrato é capaz de inibir a oxidação do radical em 50%.

No presente estudo, avaliou-se a capacidade dos extratos da casca de pequi em sequestrar os radicais DPPH em distintas concentrações de acordo com a capacidade antioxidante de cada extrato, de forma a obter uma curva linear entre a concentração do antioxidante e o sequestro do radical. A partir da curva obtida foi possível calcular o IC₅₀. O potencial dos diferentes extratos da casca de pequi e do BHT em sequestrar radicais livres foi expresso como concentração final do extrato necessária para inibir a oxidação do radical DPPH em 50% e estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3 – Atividade antioxidante máxima e concentração inibitória (IC₅₀) dos extratos da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) e do BHT, utilizando o radical livre DPPH.

Extratos	Aa _{max} (%)	IC ₅₀ em µg/mL
Aquoso micro-ondas focalizada	89,78 ^b ± 0,40	69,16 ^a ± 4,79
Aquoso agitação	90,51 ^b ± 1,37	51,02 ^b ± 0,04
Hidroetanólico 80% micro-ondas focalizada	92,82 ^{ab} ± 1,29	58,36 ^b ± 0,37
Hidroetanólico 80% agitação	93,90 ^{ab} ± 1,10	37,96 ^c ± 0,19
BHT	97,35 ^a ± 1,81	14,69 ^d ± 1,39

Valores expressos em média ± desvio padrão, n=6, com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Como mostra a tabela 3 todos os extratos apresentaram atividade em sequestrar o radical livre DPPH, sendo considerado o melhor o extrato hidroetanólico a 80% sob agitação que obteve IC₅₀ 37,96 µg/mL, não sendo mais eficaz que o BHT. Em relação à atividade antioxidante, verifica-se que os extratos avaliados apresentaram valores superiores a 90% de sequestro de radicais livres, exceto para o extrato aquoso micro-ondas focalizada que apresentou 89,78.

No estudo de Roesler et al. (2007), o extrato etanólico e aquoso de casca de pequi apresentou IC₅₀ igual a 9,44 e 17,98 µg.mL⁻¹, respectivamente, os resultados mostraram que a performance do extrato etanólico e aquoso de casca de pequi foi excelente, já que a atividade antioxidante dos extratos pode ser atribuída à habilidade de sequestrar radicais livres por meio da doação de hidrogênio, visto que os extratos da casca de pequi apresentam conteúdo de polifenóis totais alto, sendo estes compostos com alto potencial antioxidante nos extratos de casca de pequi estudados.

A relação entre concentração de polifenóis totais e a capacidade de sequestrar radicais livres dos extratos hidroetanólico a 80% sob agitação da casca de pequi parece ser bastante significativa, visto que foram os que apresentaram maior concentração de polifenóis totais e maior atividade antioxidante.

Para avaliar a atividade antioxidante dos diferentes extratos, usando o ensaio do β -caroteno/ácido linoleico, foram utilizadas distintas concentrações, de forma que os antioxidantes das amostras e do padrão BHT reagissem com o sistema emulsionado, produzindo quedas da densidade óptica em intervalos passíveis de serem quantificados. A atividade antioxidante dos extratos da casca de pequi e do BHT analisados utilizando o método do β -caroteno/ácido linoleico encontra-se disposta na tabela 4.

Tabela 4 – Atividade antioxidante de extratos da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) e do BHT pelo método do β -caroteno/ácido linoleico.

Extratos	% de inibição da oxidação		
	Concentração (ppm)		
	20	200	2000
Aquoso micro-ondas focalizada	46,36 ^c ± 1,56	65,34 ^c ± 2,19	83,89 ^b ± 0,94
Aquoso agitação	77,70 ^a ± 0,94	84,77 ^b ± 2,19	97,13 ^a ± 0,31
Hidroetanólico 80% micro-ondas focalizada	39,34 ^d ± 2,05	44,51 ^d ± 2,93	57,56 ^c ± 2,05
Hidroetanólico 80% agitação	53,21 ^b ± 1,17	65,22 ^c ± 0,59	78,67 ^b ± 1,46
BHT*	38,30 ^d ± 0,59	97,31 ^a ± 0,88	na**

Valores expressos em média ± desvio padrão, n=4, com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey.*A concentração do BHT utilizada foi de 0,4 e 4 ppm para efeito de comparação com os diferentes extratos da casca de pequi.**na = não avaliado.

Pode-se observar que os extratos apresentaram atividade em combater os peróxidos formados, sendo que o extrato aquoso sob agitação apresentou uma atividade superior (p<0,05) em relação aos demais. Ainda, observa-se que a atividade antioxidante elevou-se com o aumento das concentrações.

O extrato aquoso sob agitação apresentou uma elevada capacidade antioxidante (20 ppm = 77,70%, 200 ppm = 84,77% e 2000 ppm = 97,13%). Esses dados são corroborados por vários autores que estudaram diferentes matrizes alimentares em que o extrato aquoso apresentou uma atividade antioxidante superior aos demais extratos (VIDAL et al., 2006; JARDINI; MANCINI FILHO, 2007).

Melo et al. (2011) em seu trabalho com extratos hidroetanólico 80% e aquoso, conduzidos em ultrassom, de resíduos agroindustriais obtiveram na análise da

atividade antioxidante pela auto-oxidação do sistema betacaroteno/ácido linoleico resultados que não verificaram diferença significativa entre os extratos hidroetanólico e aquoso do resíduo de uva branca Verdejo e extrato etanólico de uva tinta Isabel, sendo o menor percentual antioxidante apresentado pelo extrato hidroetanólico de bagaço de goiaba.

Em outro estudo, com subprodutos de caju, os extratos provenientes do bagaço inibiram a oxidação do β -caroteno na ordem de 30% na menor concentração (2,5 mg), sendo esta o limite de eficiência da capacidade antioxidante para o extrato aquoso do bagaço, já no extrato alcoólico do bagaço de caju na concentração de 10 mg apresentou 50% de inibição da oxidação pelo modelo sistema β -caroteno/ácido linoleico (BROINIZI et al., 2007).

Comparação e correlação da atividade antioxidante

Para comparar os dados experimentais referentes à atividade antioxidante aferida por diferentes métodos, bem como comparar com os dados da literatura, encontra-se grande dificuldade visto que existe uma diversidade de compostos antioxidantes, além de diferentes solubilidades, matriz alimentar, metodologia empregada e condições distintas também empregadas.

De uma forma geral, na avaliação da atividade antioxidante *in vitro* dos extratos da casca de pequi pelos dois métodos empregados neste estudo, observou-se que o extrato hidroetanólico a 80% utilizando o método de agitação apresentou melhor atividade antioxidante pelo método DPPH sendo 93,90% a atividade antioxidante máxima e IC_{50} de 37,96 $\mu\text{g/mL}$. Já pelo método de ensaio em sistema β -caroteno/ácido linoleico o extrato que apresentou o maior percentual de inibição da oxidação, ou seja, atividade antioxidante foi o extrato aquoso também submetido à agitação.

No presente estudo foi possível realizar uma correlação da atividade antioxidante do extrato hidroetanólico 80% obtido por micro-ondas focalizada e do extrato hidroetanólico 80% obtido por agitação entre as metodologias do β -caroteno/ácido linoleico e do ensaio de captura dos radicais DPPH, obtendo-se uma correlação positiva com R^2 de 0,685 e um R^2 de 0,665, respectivamente (Figuras 1 e 2), demonstrando que, apesar das diferenças quanto ao mecanismo de ação dessas

metodologias, os extratos foram moderadamente eficientes em atuar na captura de radicais isolados como na prevenção da oxidação do ácido linoleico.

É importante a realização de diferentes testes para a avaliação da atividade antioxidante, para a obtenção de resposta mais precisa sobre a interação dos compostos presentes na amostra com os diferentes radicais gerados durante a reação (ROBARDS et al., 1999).

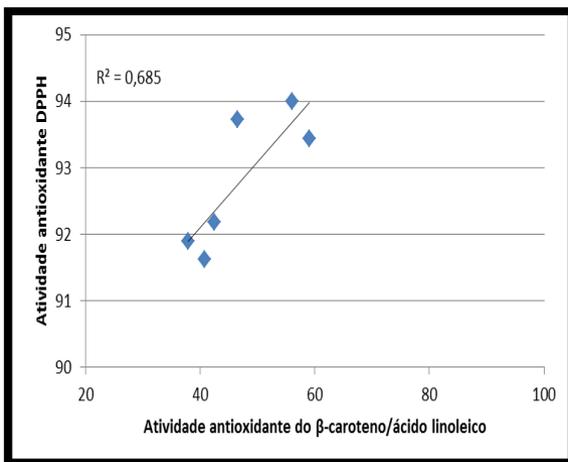


Figura 1 – Correlação entre as metodologias de atividade antioxidante do β-caroteno/ácido linoleico e do radical DPPH para o extrato hidroetanólico 80% micro-ondas focalizada da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

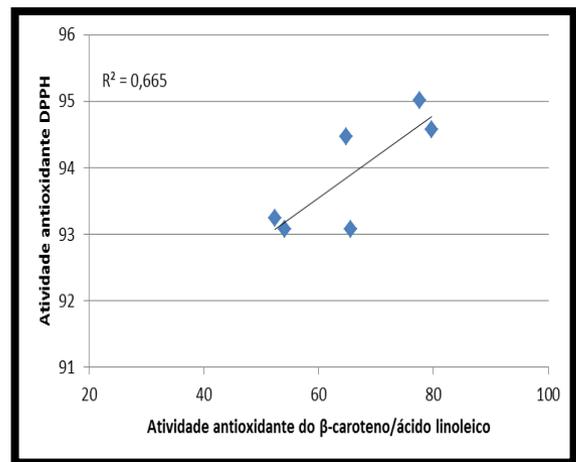


Figura 2 – Correlação entre as metodologias de atividade antioxidante do β-caroteno/ácido linoleico e do radical DPPH para o extrato hidroetanólico 80% agitação da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

Conclusão

A casca de pequi é basicamente constituída de água, fibra alimentar e carboidratos, podendo ser adicionada em outros produtos tornando viável a utilização de um resíduo para fornecer uma alimentação mais saudável para os indivíduos. O teor do pigmento β-caroteno analisado na casca de pequi foi em média de $20,71 \pm 1,65 \mu\text{g}/100\text{g}$.

O extrato que apresentou o maior conteúdo de polifenóis totais e atividade antioxidante pelo DPPH foi o extrato hidroetanólico a 80% sob agitação e o que melhor preveniu a oxidação do β-caroteno foi o extrato aquoso sob agitação.

Houve correlação da atividade antioxidante do extrato hidroetanólico 80% obtido por micro-ondas focalizada e do extrato hidroetanólico 80% obtido por agitação ambos da casca de pequi entre as metodologias do β-caroteno/ácido linoleico e do ensaio de captura dos radicais DPPH.

Estudos futuros serão necessários para as etapas de identificação e caracterização dos compostos fenólicos responsáveis pela atividade antioxidante. Ainda, serão necessárias pesquisas que utilizem os extratos da casca de pequi em formulações de produtos para testarem a sua capacidade de aumento da vida de prateleira dos mesmos ao atuarem sobre a prevenção da oxidação lipídica.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos de mestrado ao primeiro autor.

Referências

ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. *Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 16.ed. Arlington: AOAC, 1998. v. 1.

BALLARD, T. S. et al. Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins. *Food Chemistry*, v. 120, n. 4, p. 1185-1192, 2010.

BARBOSA, R. C. M. V.; AMANTE, E. R. Caracterização físico-química da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliensis*), Porto Alegre, RS, 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18, 2002, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBCTA, 2002. p. 1528-1531.

BENDER, D. A. As vitaminas. In: GIBNEY, M. J.; VORSTER, H. H.; KOK, F. J. (Ed.). *Introdução à nutrição humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. cap. 8, p.114-161.

BERNARDES, N. R.; TALMA, S. V.; SAMPAIO, S. H.; et al. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ. *Perspectivas online Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 1, n. 1, p. 53-59, 2011.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v. 28, n.1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico de Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. Brasília: *Diário Oficial da União*, 1997.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Brasília: *Diário Oficial da União*, 2003.

BROINIZI, P. R. B.; ANDRADE-WARTHA, E. R. S. de; SILVA, A. M. de O; et al. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 4, p. 902-908, 2007.

COSTA, L. M.; KORN, M. G.; CASTRO, J. T. Planejamento fatorial aplicado à digestão de amostras de feijão assistida por radiação micro-ondas. *Química Nova*, v. 29, n.1, p. 149-152, 2006.

GARDINI, C. H. C. Efeito da vitamina E na qualidade da carne de frango de corte. *Revista Nacional da Carne*, v.288, p.90-97, Fev. 2001.

GEORGANTELIS, D. et al. Effect of Rosemary extract, chitosan and alfa-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. *Meat Science*, v. 76, n. 1, p. 172-181, 2007.

GHIRETTI, G.P.; ZANARDI, E.; NOVELLI, E.; et al. Comparative evaluation of some antioxidants in salame Milano and mortadella production. *Meat Science*, 47, p. 167-176, 1997.

GONÇALVES, G. A. S.; VILAS BOAS, E. V. de B.; RESENDE, J. V. de; et al. Qualidade dos frutos do pequizeiro submetidos a diferentes tempos de cozimento. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 2, p. 377-385, mar./abr. 2011.

HAYAT, K. et al. Optimized microwave-assisted extraction of phenolic acids from citrus mandarin peels and evaluation of antioxidant activity in vitro. *Separation and Purification Technology*, v. 70, n. 1, 63–70, 2009.

JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 43, n. 1, p. 137-147, 2007.

LIMA, A. de. *Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (Caryocar brasiliense, Camb.)*. Tese (doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de alimentos e Nutrição Experimental. 2008.

MADSEN, H. L.; BERTELSEN, G. Spices as antioxidants. *Trends in food Science and Technology*, London, v. 6, n. 8, p. 271-277, aug. 1995.

MAFFEI, H. V. L. Constipação crônica funcional: com que fibra suplementar?. *Jornal de Pediatria* (Rio de J.), Porto Alegre, v. 80, n. 3, p. 167-168, maio/jun. 2004.

MARQUES, M. C. S. *Estudo fitoquímico e biológico dos extratos de pequi (Caryocar brasiliense Camb.)*. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica/Agrobioquímica). Pós-Graduação em Agroquímica/Agrobioquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-55, fev. 2000.

MELO, P. S.; BERGAMASCHI, K. B.; TIVERON, A. P.; et al. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 1088-1093, 2011.

MICHELS, K. B. Fiber intake and incidence of colorectal cancer among 76,947 women and 47,279 men. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, v. 14, p. 842-849, 2005.

MILLER, H. E. Simplified method for evaluation of antioxidant. *Journal of the American Oil Society*, v. 48, n. 2, p. 91, 1971.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

OLIVEIRA, M. E. B. de; GUERRA, N. B.; BARROS, L. de M.; et al. *Aspectos agrônômicos e de qualidade do pequi*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 32 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 113).

OLIVEIRA, M. N. S. de; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; et al. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 380-386, dez. 2006.

RAMOS, S. C.; OLIVEIRA, M. N. G. Constipação intestinal no idoso: a fibra como tratamento e prevenção. *Revista Nutrição em Pauta*, São Paulo, v. 10, n. 54, p. 51-55, maio/jun. 2002.

ROBARDS, K.; PRENZLER, P.D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in processes in fruits. *Food Chemistry*, v.66, n.4, p. 401- 436, 1999.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B. da; et al. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, dez. 2011.

RODRIGUES-AMAYA, D. B. *Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stores foods*. Arlington: OMNI Projet, 1997.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan-mar. 2007.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 62, p.1315S-1321S, 1995.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymology*, n. 299, p. 152-178, 1999.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas niágaras e isabel. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p.59-64, mar. 2008.

SOUSA, P. H. M. de; SOUZA NETO, M. A. de; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. *Boletim SBCTA*, Campinas, SP, v. 3, n.2, p. 127-135, jul./dez. 2003.

VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do; et al. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 71-79, abr./jun. 2005.

VIDAL, A.; FALLARERO, A.; ANDRADE-WHARTHA, E. R.; et al. Composición química y actividad antioxidante del alga marina roja bryothamnion triquetum (S.G.Gimelín) howe. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v.42, n. 4, p. 589-600, 2006.

VIERA, V. B. *Obtenção do extrato de própolis assistida por micro-ondas, aplicação em linguiça toscana e avaliação da sua capacidade antioxidante*. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

3.2 ARTIGO 2

Configuração conforme normas da Revista LWT - Food Science and Technology (Anexo B).

AVALIAÇÃO DO *SHELF LIFE* DE LINGUIÇAS DE FRANGO ADICIONADAS DE EXTRATO DA CASCA DE PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.)

EVALUATION OF THE SHELF LIFE OF CHICKEN SAUSAGES ADDED IN PEQUI PEEL EXTRACT (*Caryocar brasiliense* Camb.)

Sabrina Sauthier Monteiro^a, Claudia Severo da Rosa^{a*}, Rosa Cristina Prestes^a,
Cristiane Copetti^b, Gabriela Nogara^b

^aDepartamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM;

^bDiscente estagiária do projeto;

*A quem a correspondência deve ser enviada, Av. Roraima n° 1000, Prédio 42, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS – Brasil, Fone: +55 55 3220 8254, e-mail: claudiasr37@yahoo.com.br

Resumo

O presente estudo teve por objetivo aplicar diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em linguiça de frango, caracterizando as mesmas quanto a composição química, pH, cor, avaliação do efeito dos extratos na estabilidade lipídica, estabilidade microbiológica e nos atributos sensoriais durante o armazenamento. O extrato da casca de pequi foi aplicado nas concentrações de 0,5%, 1,0% e 1,5%, em linguiça de frango. As análises realizadas nas linguiças foram: composição centesimal (umidade, proteínas, cinzas, gordura e carboidratos), pH, cor objetiva, oxidação lipídica, análises microbiológicas e sensorial. A composição centesimal dos produtos está de acordo com o exigido pela legislação brasileira. Foi possível perceber uma redução do pH ao longo do período de armazenamento. Com relação à cor do produto, este apresentou uma coloração com tendência ao escuro no decorrer do armazenamento. No período final de estocagem o valor de TBARS para linguiça com 1,5% de extrato foi de $0,421 \pm 0,10$ mg MDA.Kg⁻¹ de amostra e a controle de $1,375 \pm 0,11$ mg MDA.Kg⁻¹. Quanto às análises microbiológicas, os valores encontrados neste estudo mostraram que as linguiças de frango estavam dentro dos limites permitidos pela legislação vigente, demonstrando que o processamento foi realizado em condições adequadas com utilização de matéria-prima de qualidade. Os índices de aceitabilidade (IA%) para os atributos analisados foram satisfatórios na análise sensorial inicial com exceção dos atributos cor, odor e aparência no produto com maior concentração de extrato.

Conclui-se que as linguiças elaboradas com extrato da casca de pequi na concentração de 1,0% apresentaram resultados satisfatórios quando se visa prolongar a vida de prateleira quanto à oxidação lipídica.

Palavras-chave: linguiça de frango, pequi, oxidação lipídica, antioxidante natural.

Abstract

The present study aimed to apply different concentrations of pequi peel extract (*Caryocar brasiliense* Camb.) in chicken sausage, featuring the same as the chemical composition, pH, color, evaluation of the effect of the extracts on lipid stability, microbiological stability and in sensory attributes during storage. The pequi peel extract was applied at concentrations of 0.5%, 1.0% and 1.5% in chicken sausage. The analyzes were performed on sausages chemical composition (moisture, protein, fat, ash and carbohydrates), pH, objective color, lipid oxidation, microbiology and sensory. The chemical composition of products complies with what is requested by Brazilian law. It was possible to realize a reduction in pH over the storage period. With regard to the color of the product, this showed a trend toward dark staining during storage. In the final period of storage the amount of TBARS sausage to 1.5% of extract was 0.10 ± 0.421 mg MDA.Kg⁻¹ of sample and control 1.375 ± 0.11 mg MDA.Kg⁻¹. As for microbiological analysis, the values found in this study showed that chicken sausages were within the limits allowed by law, demonstrating that processing was conducted under appropriate conditions beyond the use of quality raw material. The rate of acceptability (% IA) for analysis was satisfactory to the initial panel test except for color, odor and appearance of the product with the highest concentration of extract. It is concluded that the sausages prepared with pequi peel extract a concentration of 1.0% showed satisfactory results when it seeks to prolong the shelf life on the shelf life front lipid oxidation.

Keywords: chicken sausage, pequi, lipid oxidation, natural antioxidant.

1 Introdução

A produção de linguiças teve origem nos mais antigos métodos de conservação de alimentos conhecidos pelo homem, o embutimento e a cura. Estes métodos foram trazidos para o Brasil pelos imigrantes italianos que iniciaram com a produção caseira, a qual, com o passar do tempo, originou as pequenas fábricas (RAIMUNDO; COUTO; LANZILLOTTI, 2005).

Entende-se por linguiça o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado. A linguiça fresca deve apresentar as seguintes características físico-

químicas: 70% de umidade máxima, 30% de gordura máxima, e no mínimo, 12% de proteína, sendo proibida a adição de carne mecanicamente separada (CMS) (BRASIL, 2000). Devido ao alto teor de gordura, a natureza das matérias-primas e a falta de tratamento térmico, linguiças frescas tornam-se propensas à oxidação lipídica e a contaminação microbiana (GEORGENTALIS et al., 2007).

Os principais fatores que afetam a deterioração da qualidade da carne pela oxidação lipídica incluem a composição dos fosfolípidos, o teor de ácidos graxos poli-insaturados como oléico, linoleico e linolênico e a presença de íons metálicos livres. Dentre os fatores extrínsecos que contribuem para o desenvolvimento da oxidação lipídica em carnes estão as condições de processamento, como a moagem, o tratamento térmico, a aplicação de alta pressão, a adição de outros ingredientes a formulação do produto, a temperatura de armazenamento, o tipo de embalagem e a exposição à luz (ALMEIDA, 2005; MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2009).

A oxidação lipídica é normalmente associada a carnes que são cozidas ou cujas membranas sofrem um processo de desintegração, como no caso da moagem e que ocorre em linguiças (TORRES et al., 1998). No caso das linguiças de frango, o início da reação de rancidez oxidativa é catalisado pela ação do oxigênio do ar sobre os ácidos graxos insaturados presentes na gordura do frango. A autooxidação lipídica é iniciada pela formação de radicais livres, os quais atacam e abstraem um átomo de hidrogênio de um radical metil, adjacente a dupla ligação do ácido graxo insaturado, deixando um elétron desemparelhado no carbono, gerando um radical alila (KAHL; HILDEBRANDT, 1986).

Antioxidantes são substâncias capazes de sequestrar ou impedir a formação de radicais livres. O mecanismo de ação dos antioxidantes está bem elucidado, isto é, para que um composto seja eficiente na redução das reações da autooxidação é necessário que ele iniba a formação de radicais livres na iniciação da cadeia de oxidação ou interrompa a sua propagação (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Para proteger os lipídios e evitar a deterioração sensorial e aparente, as indústrias alimentícias têm feito uso de vários aditivos alimentares com propriedades antioxidantes. Entretanto, a conscientização dos consumidores dos riscos à saúde provocados pelos aditivos, resultou em indicações às indústrias alimentícias para se evitar o uso de aditivos sintéticos, e desta forma estuda-se a possibilidade do uso de

aditivos naturais ou métodos alternativos para extensão da vida de prateleira, aumentar a segurança e evitar os danos da oxidação lipídica (GEORGANTELIS et al., 2007).

Atualmente, diversos estudos têm sido realizados visando verificar o potencial antioxidante dos ácidos fenólicos, com o objetivo de substituir os antioxidantes sintéticos largamente utilizados na conservação de alimentos lipídicos para aumentarem a vida útil de muitos produtos cárneos, e aplicação de uma diversidade de antioxidantes naturais em produtos cárneos abrangendo toda a cadeia de produção (DURAN; PADILLA, 1993; PEREIRA, 2009).

O presente estudo teve por objetivo aplicar diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em linguiça de frango, caracterizando as mesmas quanto a composição química, pH, cor, avaliação do efeito dos extratos na estabilidade lipídica, estabilidade microbiológica e nos atributos sensoriais durante o armazenamento.

2 Material e métodos

2.1 Matéria prima

2.1.1 Carne de frango e demais ingredientes

A carne de frango (coxa e sobrecoxa desossada com pele) foi adquirida diretamente de um frigorífico sob inspeção federal. Os demais ingredientes que foram utilizados na formulação das linguiças foram adquiridos em estabelecimento comercial do município de Santa Maria – RS.

2.1.2 Casca de pequi para elaboração dos extratos

Os frutos foram adquiridos da Cooperativa Grande Sertão, localizada na cidade de Montes Claros – MG, no mês de janeiro de 2012, após o recebimento os mesmos foram selecionados por ausência de defeitos, pragas e podridões, tiveram suas superfícies lavadas com detergente neutro para a remoção de sujeiras e enxaguados em água corrente. Na sequência, realizou-se a sanitização com hipoclorito de sódio 200 mg.L^{-1} , por 20 minutos e após foram cortados manualmente,

no sentido diametral, com facas de aço inoxidável e separadas as cascas dos pirênios. Após, a casca foi submetida ao branqueamento, em água fervente ($\approx 75\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante 6 minutos, e imediatamente imersa em água gelada e após a retirada do excesso de água foi embalada a vácuo e armazenada a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até utilização. Para as análises, a casca foi levada à estufa com ar forçada, a $55\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 48 horas. Em seguida moeu-se a amostra em moinho analítico refrigerado a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Quimis, modelo Q 298A21, Brasil) com auxílio de banho ultratermostatizado (Solab, modelo SL-152/10) e depois padronizado em granulometria de 60 mesh (0,25 mm).

2.2 Obtenção do extrato da casca de pequi

Para extração por agitação utilizou-se a metodologia descrita segundo Lima (2008) com modificações. O extrato foi preparado a partir da casca de pequi previamente moída, pesada (1 g) em um béquer e adicionada de 50 mL de solvente (hidroetanólico a 80%). Em seguida esta mistura foi levada ao banho ultratermostatizado (Solab, modelo SL-152/10) e submetida agitação constante utilizando agitador (Marconi MA-039) por 20 minutos a uma temperatura de $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após os extratos foram filtrados em papel filtro e centrifugados a 3000 rpm por 20 minutos. O filtrado foi concentrado até 20% do seu volume inicial em rotaevaporador (Fisatom 802) com vácuo de 7060 mg Hg e temperatura da água do banho a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{ C}$). O extrato foi acondicionado em frasco âmbar e armazenado em freezer (-18° C) até o momento de sua utilização. A extração por agitação no Laboratório do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria – RS.

2.3 Elaboração do produto

Para elaboração das linguiças de frango foi levado em consideração os ingredientes e requisitos descritos pela Legislação (BRASIL, 2000) e procedimentos descritos por Terra (1998) (Tabela 1). A linguiça de frango foi elaborada a partir da moagem da carne de frango (Moedor Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo Brasil) utilizando disco com granulometria de 10 mm e transportada até a misturadeira (Jamar MJ1 35) para receber os demais ingredientes e misturados até a obtenção da liga. A adição de alíquotas pré-definidas dos extratos da casca de pequi (ECP)

hidroetanólico a 80% foram adicionadas manualmente, exceto para o tratamento controle que não recebeu a adição de extrato. Os tratamentos foram os seguintes:

Controle – sem adição de extrato (C);

Tratamento 1 – extrato da casca de pequi a 0,5% (0,5% ECP);

Tratamento 2 – extrato da casca de pequi a 1,0% (1,0% ECP);

Tratamento 3 – extrato da casca de pequi a 1,5% (1,5% ECP).

Tabela 1 – Formulação da linguiça de frango.

Matéria-prima e ingredientes	Quantidade (%)
Coxa e sobrecoxa*	88,674-90,074
Água (somente formulação)	3,000
Condimento para frango	0,400
Carragena	0,300
Corante Carmin líquido	0,010
Proteína texturizada de soja	2,500
Açúcar	0,300
Sal refinado	2,200
Nitrito de sódio	0,015
Glutamato monossódico	0,100
Eritorbato de sódio**	0,100
Extrato da casca de pequi***	0,500-1,500
Tripolifosfato de sódio	0,500
Pimenta branca	0,001
Alho em pó	0,500

*Variou conforme o tratamento. **Apenas no tratamento controle. ***Menos no tratamento controle.

As massas cárneas foram embutidas em tripas suínas higienizadas com ácido acético e atadas em gomos com o tamanho característico e, em seguida, foram embaladas e identificadas. Para armazenamento as linguiças foram acondicionadas em bandejas de poliestireno, embaladas com papel filme, identificadas e conservadas à temperatura de +4 °C (± 1 °C).

2.4 Composição centesimal do produto

A composição centesimal foi realizada no dia 1 de armazenamento, as amostras foram trituradas em multiprocessador até formação de uma pasta homogênea. Foram realizadas análises de umidade, cinzas e proteína bruta segundo métodos oficiais descritos pela *Association Of Official Analytical Chemists*, AOAC (1998).

Os lipídios foram determinados através do método butirométrico, o qual se fundamenta no ataque seletivo da matéria orgânica por meio do ácido sulfúrico, com exceção da gordura que é separada por centrifugação, auxiliada pelo álcool amílico que modifica a tensão superficial segundo Terra e Brum (1988).

2.5 Determinação do pH

A medida do pH foi realizada nos dias 1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 após a fabricação do produto. Foram homogeneizadas dez gramas de amostra com água destilada (1:10 amostra/água) no liquidificador. O homogeneizado foi submetido aos eletrodos do pHmetro Digimed, por 5 minutos, quando foi procedida a leitura em triplicata (TERRA; BRUM, 1988).

2.6 Determinação da cor

A coloração foi determinada utilizando o colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-300), medida nos dias 1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 após a fabricação. A massa foi retirada da tripa e homogeneizada e em seguida distribuída em placas de Petri. Os resultados foram expressos como L^* , que representa a porcentagem de luminosidade variando de preto (0%) a branco (100%); a^* , onde $-a^*$ representa direção ao verde e $+a^*$ direção ao vermelho; b^* , onde $-b^*$ representa direção ao azul e $+b^*$ direção ao amarelo; C^* (índice de saturação) e h^* (ângulo de tonalidade). Para cada tratamento foi obtido o valor médio de cinco leituras em diferentes pontos na superfície de um homogeneizado (FONTES; RAMOS; GOMIDE, 2005).

2.7 Oxidação lipídica – TBARS

Para avaliar a extensão da oxidação lipídica ocorrida nas linguiças foi realizado o teste das substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBARS) de acordo com Raharjo, Sofos e Schmidt (1992), modificado por Wang et al. (2002) em relação à interferência do açúcar na reação e seguindo recomendações de Shaidi et al. (1985) no que se refere à adição de sulfanilamida para as amostras que contém nitrito. Pesou-se 10 g de amostra previamente moída e homogeneizada em saqueta plástica, adicionou-se 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1 mL do

antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%. Homogeneizou-se por 1 minuto em Stomacher, filtrou-se com auxílio de papel filtro qualitativo para balão volumétrico de 50 mL sendo o volume completado com a solução de ácido tricloroacético 5%. Deste balão, retirou-se uma alíquota de 5 mL e transferiu-se para tubo de ensaio, onde foi adicionado 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,08 M em ácido acético 50%. Os tubos foram incubados em banho-maria fervente por 40 minutos.

A concentração foi calculada por espectrofotometria (Parkin Elmer modelo Lambada EZ150) a 531 nm usando uma curva padrão com ácido 2 tiobarbitúrico (1×10^{-8} a 1×10^{-7} mol/mL). Os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mg MDA/ Kg de amostra). A determinação da oxidação lipídica foi realizada nos dias 1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 após a fabricação.

2.8 Análises microbiológicas

As análises de *Staphylococcus* coagulase positiva e negativa, Contagem de coliformes a 35 °C e a 45 °C *Salmonella sp* e *Clostridium sulfito* redutor foram realizadas apenas no dia 1 (BRASIL, 2003). Já as análises de mesófilos e psicotróficos foram realizadas nos dias 1, 7, 14, 21, 28 e 35 de armazenamento do produto a +4 °C (± 1 °C) (APHA, 2001).

2.9 Análise sensorial

Foi realizado teste de aceitabilidade com 50 provadores não treinados utilizando escala hedônica estruturada de 7 pontos (1 desgostei muitíssimo e 7 gostei muitíssimo) conforme Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com algumas adaptações, em dois momentos, durante o armazenamento: nos dias 6 e 20. Os atributos avaliados foram cor, odor, sabor, textura e aparência global (Apêndice 1). Antes da avaliação os avaliadores foram instruídos a ler e assinar o termo de Consentimento Livre e Esclarecido declarando-se não alérgicos aos componentes das formulações, permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e também possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste.

A avaliação foi realizada em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos do Centro de

Ciências Rurais da UFSM, no período da manhã entre 9 e 11 horas, planejada de forma que cada um dos participantes provasse as 4 amostras servidas sequencialmente em blocos completamente balanceados, com relação a ordem de apresentação.

As linguiças de frango foram assadas por 45 minutos em temperatura de 180 °C. Em seguida foram fatiadas e uma fatia de cada tratamento foi servida em pratos descartáveis brancos, devidamente identificadas com números aleatórios de três algarismos e apresentadas de forma monádica aos provadores. Ainda, cada provador recebeu um copo com água para limpeza das papilas gustativas.

Também foi aplicado teste de intenção de compra, que por meio da escala, o provador expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido. Foi utilizada escala estruturada de 5 pontos (1 certamente não compraria e 5 certamente compraria) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987).

Para o cálculo de Índice de Aceitabilidade do produto foi adotada a expressão: $IA (\%) = A \times 100 / B$, na qual, A= nota média obtida para o produto, e B= nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão tem sido considerado $\geq 70\%$ (DUTCOSKY, 2011).

2.10 Análise estatística

As análises foram conduzidas em duplicata. Os resultados foram expressos como média \pm desvio-padrão e submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si através do teste de Tukey, considerando o nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Os resultados foram analisados através do programa SPSS versão 19.0.

3 Resultados e discussão

3.1 Composição centesimal da linguiça de frango

Os resultados da composição centesimal das linguiças de frango adicionadas de extratos da casca de pequi podem ser visualizados na Tabela 2. Os teores de umidade, proteína, cinzas e gordura não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 2 – Composição química das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).

Constituintes g (%)	Composição nutricional			
	Controle	0,5% ECP*	1,0% ECP	1,5% ECP
Umidade	61,97 ^a \pm 0,697	62,90 ^a \pm 0,917	62,57 ^a \pm 0,211	62,90 ^a \pm 0,372
Proteína	19,17 ^a \pm 0,976	18,78 ^a \pm 0,886	18,68 ^a \pm 0,833	19,35 ^a \pm 0,817
Cinzas	4,55 ^a \pm 0,405	4,56 ^a \pm 0,115	4,55 ^a \pm 0,203	4,65 ^a \pm 0,311
Gordura	11,67 ^a \pm 0,930	11,38 ^a \pm 0,646	11,56 ^a \pm 0,368	11,13 ^a \pm 0,408
Carboidratos	2,64 ^a \pm 0,471	2,39 ^a \pm 0,567	2,64 ^a \pm 0,895	1,97 ^a \pm 0,461

Valores apresentados como média \pm desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

*ECP: Extrato de casca de pequi.

Os resultados obtidos para composição centesimal estão de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade do produto (BRASIL, 2000), que estabelece o valor máximo de 70% para umidade, 30% para lipídeos e o valor mínimo de 12% para proteína. A legislação para linguiças frescas não define padrão para as cinzas.

3.2 pH

Para Queiroz (2006) o pH de linguiça frescal de frango é uma variável que depende de muitos fatores como o estado de conservação da linguiça e suas condições microbiológicas.

Silva (2000) afirma que o pH de um alimento não exerce apenas influência sobre a velocidade de multiplicação dos micro-organismos, mas também interfere na qualidade dos alimentos durante o armazenamento, tratamento térmico, dessecação ou durante qualquer outro tipo de tratamento, sendo também responsável direto pela deterioração de produtos alimentícios. Os resultados obtidos para o pH estão apresentados na tabela 3.

Os valores médios de pH verificados ficaram na faixa entre 5,90 e 6,68 nos diferentes tratamentos analisados, apresentando diferença significativa entre os tratamentos nos dias 1, 28 e 42. Sallam, Ishioroshi e Samejima (2004) avaliaram a atividade antioxidante do alho em linguiça de frango e não encontrou diferença significativa entre o pH da linguiça formulada com alho das outras formulações de

linguiça de frango. Os resultados do presente estudo mantiveram-se em média dentro dos valores normais citados pela literatura, visto que, os valores normais para coxa de frango são de pH entre 6,4 e 6,7 e também para carne de peito e coxa de frangos valores de 5,94 e 6,10, respectivamente. Já para carne de sobrecoxa desossada manualmente, um pH de aproximadamente 5,8 a 6,2 é considerado normal (OLIVO, 2006; BERAQUET, 2000).

Tabela 3 – Valores médios de pH das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).

Dias de armazenamento	pH			
	Controle	0,5% ECP*	1,0% ECP	1,5% ECP
1	6,44 ^b \pm 0,045	6,61 ^a \pm 0,003	6,45 ^b \pm 0,036	6,51 ^{ab} \pm 0,060
7	6,57 ^a \pm 0,060	6,60 ^a \pm 0,074	6,58 ^a \pm 0,111	6,64 ^a \pm 0,028
14	6,46 ^a \pm 0,034	6,51 ^a \pm 0,034	6,53 ^a \pm 0,257	6,51 ^a \pm 0,234
21	6,50 ^a \pm 0,090	6,68 ^a \pm 0,112	6,60 ^a \pm 0,037	6,62 ^a \pm 0,095
28	6,34 ^b \pm 0,066	6,39 ^{ab} \pm 0,049	6,49 ^a \pm 0,054	6,44 ^{ab} \pm 0,066
35	6,28 ^a \pm 0,076	6,41 ^a \pm 0,083	6,38 ^a \pm 0,071	6,38 ^a \pm 0,032
42	6,25 ^a \pm 0,020	6,31 ^a \pm 0,039	5,90 ^b \pm 0,025	6,28 ^a \pm 0,022

Valores apresentados como média \pm desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

*ECP: Extrato de casca de pequi.

Ainda, é possível perceber uma redução do pH ao longo do período de armazenamento. Uma diminuição no valor de pH também foi relatado por Almeida (2005), que observou redução do pH de 5,88 para 5,68 em linguiça toscana, após 10 dias de armazenamento a 4 °C, embalada em filme permeável ao oxigênio. Esse fato possivelmente pode indicar que uma fermentação ocorreu durante o armazenamento desses produtos ocasionado pela glicose contida na cura rápida. Ainda no presente estudo, além da glicose contida na cura rápida também houve adição de açúcar na formulação das linguiças levando a esta possível fermentação que levou ao decaimento do pH.

Asku et al. (2005) e Brannan (2008) relataram, em carne de frango refrigerada, aumento do pH o qual foi atribuído ao aumento nas contagens de micro-organismos psicotróficos produtores de protease. Pois, quando se inicia a produção de proteases pelas bactérias, estas passam da utilização da glicose a utilização de

aminoácidos como substrato de crescimento que leva ao aumento do pH, devido a formação de amoníaco e aminas (TERRA; BRUM, 1988).

3.3 Determinação da cor

Os resultados obtidos para a luminosidade (L^*), cor vermelha (a^*), cor amarelo (b^*), índice de saturação (C^*) e ângulo de tonalidade (h^*) das linguiças de frango durante todo o período de armazenamento são apresentados na tabela 4.

Para o parâmetro L^* , observa-se que a partir do dia 14 de armazenamento houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o controle e os demais tratamentos, ou seja, ocorreu uma tendência ao preto (0%) com a adição de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi. No final do armazenamento todos os tratamentos apresentaram uma queda nos valores para L^* em relação ao início do experimento indicando escurecimento no produto.

Em relação ao parâmetro a^* , até o dia 21 de armazenamento, nota-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre o controle e os demais tratamentos e, do dia 28 ao 35, o tratamento com maior concentração de extrato (1,5%) apresentou-se significativamente igual ao controle. Ainda, há um aumento nos valores encontrados no final do armazenamento quando comparados ao início, sendo valores altos para o parâmetro a^* relacionados com a concentração de mioglobina e com a formação de nitrosomioglobina durante o processo de cura (PEREZ-ALVAREZ et al., 1998). Ainda, esta tendência ao vermelho pode ser devido a adição de corante Carmin utilizado na formulação das linguiças de frango.

O parâmetro b^* , que varia de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$), apresentou valores maiores para o controle durante todo o período de armazenamento apresentando diferença significativa dos demais tratamentos. Possivelmente, a tendência a cor amarela apresentada pelo controle ocorreu devido à oxidação de lipídios ter sido sempre maior do início ao final do período de armazenamento.

Segundo García-Esteban, Ansorena e Astiasarán, (2004) diferenças nos valores de b^* durante o período de estocagem podem ser relatadas pela intensidade do processo de oxidação que aparece durante o armazenamento que tende a aumentar a cor amarela de produtos pela rancidez.

Tabela 4 – Valores médios para a Luminosidade (L*), parâmetro (a*), parâmetro (b*), índice de saturação (C*) e ângulo de tonalidade (h*) da linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).

		Parâmetro L*			
Dias de armazenamento	Controle	0,5% ECP*	1,0% ECP	1,5% ECP	
1	60,56 ^a ± 1,332	58,45 ^{ab} ± 1,564	58,57 ^{ab} ± 0,987	58,20 ^b ± 0,655	
7	56,49 ^a ± 0,499	52,03 ^c ± 0,543	54,41 ^b ± 0,912	56,28 ^a ± 0,615	
14	54,57 ^a ± 0,638	51,87 ^b ± 1,292	52,89 ^b ± 0,452	52,53 ^b ± 1,059	
21	55,92 ^a ± 1,521	52,07 ^b ± 1,075	50,80 ^b ± 0,854	52,03 ^b ± 0,826	
28	54,94 ^a ± 0,986	51,50 ^b ± 0,821	50,33 ^b ± 0,695	50,98 ^b ± 1,072	
35	55,97 ^a ± 0,507	51,06 ^b ± 1,597	50,10 ^b ± 1,260	50,17 ^b ± 1,149	
42	54,44 ^a ± 1,242	48,79 ^b ± 0,942	49,68 ^b ± 0,923	49,26 ^b ± 1,092	
		Parâmetro a*			
Dias de armazenamento	Controle	0,5% ECP	1,0% ECP	1,5% ECP	
1	16,23 ^a ± 0,470	12,59 ^b ± 0,538	11,78 ^b ± 0,198	11,81 ^b ± 0,523	
7	16,29 ^a ± 0,536	10,80 ^c ± 0,179	12,31 ^b ± 0,279	12,79 ^b ± 0,223	
14	15,46 ^a ± 0,362	9,15 ^d ± 0,437	11,00 ^c ± 0,350	13,10 ^b ± 0,179	
21	12,49 ^a ± 0,582	8,71 ^d ± 0,418	10,37 ^c ± 0,270	11,33 ^b ± 0,276	
28	13,01 ^a ± 0,803	10,45 ^b ± 0,762	11,19 ^b ± 0,833	13,60 ^a ± 0,736	
35	14,77 ^a ± 0,553	11,02 ^b ± 0,597	11,66 ^b ± 0,665	15,05 ^a ± 0,142	
42	16,45 ^a ± 1,378	13,11 ^c ± 0,244	14,88 ^b ± 0,669	15,80 ^{ab} ± 0,294	
		Parâmetro b*			
Dias de armazenamento	Controle	0,5% ECP	1,0% ECP	1,5% ECP	
1	17,10 ^a ± 0,544	15,00 ^b ± 0,519	14,62 ^{bc} ± 0,275	14,19 ^c ± 0,298	
7	16,28 ^a ± 0,370	13,32 ^b ± 0,328	13,64 ^b ± 0,556	13,92 ^b ± 0,381	
14	15,87 ^a ± 0,243	12,95 ^{bc} ± 0,246	12,76 ^c ± 0,340	13,38 ^b ± 0,302	
21	16,41 ^a ± 1,006	13,12 ^b ± 0,431	12,48 ^b ± 0,428	13,08 ^b ± 0,589	
28	16,53 ^a ± 0,822	12,47 ^b ± 0,869	12,35 ^b ± 0,691	13,00 ^b ± 0,483	
35	17,00 ^a ± 0,550	12,83 ^b ± 0,464	13,21 ^b ± 0,342	12,90 ^b ± 0,299	
42	16,90 ^a ± 0,538	12,02 ^b ± 0,307	12,03 ^b ± 0,254	12,63 ^b ± 0,389	
		Parâmetro C*			
Dias de armazenamento	Controle	0,5% ECP	1,0% ECP	1,5% ECP	
1	23,57 ^a ± 0,681	19,45 ^b ± 0,680	18,77 ^{bc} ± 0,302	18,51 ^c ± 0,210	
7	22,97 ^a ± 0,639	17,14 ^c ± 0,348	18,37 ^b ± 0,554	18,90 ^b ± 0,405	
14	22,15 ^a ± 0,390	15,85 ^d ± 0,405	16,85 ^c ± 0,407	18,72 ^b ± 0,259	
21	20,63 ^a ± 0,731	15,75 ^c ± 0,303	16,22 ^c ± 0,346	17,31 ^b ± 0,436	
28	21,61 ^a ± 0,590	16,02 ^c ± 0,504	16,59 ^c ± 0,454	18,00 ^b ± 0,850	
35	22,52 ^a ± 0,698	16,92 ^c ± 0,522	17,62 ^c ± 0,472	19,81 ^b ± 0,287	
42	23,59 ^a ± 1,266	17,79 ^c ± 0,267	19,13 ^{bc} ± 0,669	20,23 ^b ± 0,403	
		Parâmetro h*			
Dias de armazenamento	Controle	0,5% ECP	1,0% ECP	1,5% ECP	
1	46,58 ^b ± 0,576	50,48 ^a ± 0,923	51,18 ^a ± 0,466	50,08 ^a ± 1,299	
7	45,04 ^c ± 0,445	51,06 ^a ± 0,534	48,02 ^b ± 0,847	47,46 ^b ± 0,537	
14	45,80 ^c ± 0,534	54,84 ^a ± 1,071	49,30 ^b ± 0,922	45,64 ^c ± 0,744	
21	53,54 ^a ± 1,847	56,48 ^a ± 1,874	50,30 ^b ± 1,351	49,14 ^b ± 1,584	
28	51,02 ^b ± 0,904	53,82 ^a ± 0,960	48,96 ^c ± 0,876	45,68 ^d ± 0,554	
35	49,08 ^a ± 0,920	49,38 ^a ± 1,830	48,66 ^a ± 1,872	40,52 ^b ± 0,492	
42	45,86 ^a ± 1,882	42,46 ^b ± 0,921	38,90 ^c ± 0,765	38,56 ^b ± 0,789	

Valores apresentados como média \pm desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

*ECP: Extrato de casca de pequi.

O grau de saturação (C^*) e o ângulo de tonalidade (h^*) são medidas derivadas de a^* e b^* e pode-se observar que, para os valores de C^* , durante todo o período de armazenamento, o controle foi significativamente diferente ($p < 0,05$) apresentando valores maiores que os tratamentos, sendo os valores mais próximos de cores cinza conforme Mendonça et al. (2003) pois os valores de croma mais próximos de zero representam cores neutras (cinzas), enquanto valores próximos de 60 expressam cores vívidas.

O ângulo de tonalidade (h^*) é a grandeza associada aos comprimentos de onda do espectro visível, representando a qualidade da cor (azul, vermelho, amarelo, etc.) e permitindo diferenciá-la (RAMOS; GOMIDE, 2007). Ao analisar a tabela 4, observa-se que no dia 1 de armazenamento os tratamentos adicionados de extrato apresentaram valores superiores e significativamente diferentes ($p < 0,05$) em relação ao controle sendo que, aos 42 dias de armazenamento, houve uma inversão quando o controle passa a apresentar valores significativamente superiores aos demais tratamentos.

3.4 Oxidação lipídica – TBARS

O teste de TBARS quantifica um dos principais produtos da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, o malonaldeído, que é formado durante o processo oxidativo. Os resultados obtidos para TBARS estão apresentados na tabela 5. Em relação ao período de armazenamento, observa-se na tabela 5, que em geral, os níveis de TBARS tenderam a aumentar ao longo do tempo. Diversos autores que observaram o desenvolvimento da rancidez oxidativa afirmam que ocorre mesmo durante o armazenamento da carne de frango congelada, pois enquanto as reações deteriorativas (microbiológicas e enzimáticas) podem ser inibidas com o emprego de baixas temperaturas, a oxidação lipídica ocorre normalmente, embora numa velocidade reduzida (MELTON, 1983; GRAU et al., 2000; GOMES et al., 2003; BRANNAN, 2008).

No dia 1, não houve diferença significativa entre o controle e os tratamentos ($p < 0,05$). Já a partir do dia 7, as amostras tratadas com extrato apresentaram diferenças significativas em relação ao controle. Observa-se também que quanto maior a concentração do extrato de casca de pequi (1,5%), maior a inibição da

oxidação lipídica no final do armazenamento das linguças de frango refrigeradas a 4 °C.

Tabela 5 – Valores médios de TBARS (mg MDA.Kg⁻¹ de amostra) das amostras de linguça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).

Dias de armazenamento	TBA			
	Controle	0,5% ECP*	1,0% ECP	1,5% ECP
1	^{BC} 0,589 ^a ±0,36	^B 0,320 ^a ±0,15	^A 0,402 ^a ±0,10	^{BC} 0,378 ^a ±0,21
7	^C 0,408 ^a ±0,26	^B 0,409 ^a ±0,04	^A 0,323 ^{ab} ±0,04	^C 0,168 ^b ±0,06
14	^{BC} 0,487 ^{ab} ±0,09	^B 0,357 ^b ±0,27	^A 0,645 ^{ab} ±0,05	^A 0,666 ^a ±0,08
21	^{BC} 0,564 ^a ±0,07	^{AB} 0,595 ^a ±0,02	^A 0,650 ^a ±0,06	^{AB} 0,587 ^a ±0,06
28	^B 0,897 ^a ±0,18	^{AB} 0,595 ^b ±0,18	^A 0,407 ^b ±0,17	^{AB} 0,608 ^{ab} ±0,07
35	^{AB} 0,902 ^a ±0,08	^A 0,892 ^a ±0,06	^A 0,530 ^a ±0,31	^{AB} 0,548 ^a ±0,20
42	^A 1,375 ^a ±0,11	^A 0,847 ^b ±0,12	^A 0,445 ^c ±0,12	^{ABC} 0,421 ^c ±0,10

Valores apresentados como média \pm desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

*ECP: Extrato de casca de pequi.

Odores de ranço podem ser detectados por provadores treinados e não treinados na faixa de 0,5-1,0 e 0,6-2,0 mg MDA.Kg⁻¹ amostra, respectivamente (TRINDADE et al., 2008). Desta forma, todas as amostras mantiveram-se imperceptíveis ao aroma de ranço até o dia da primeira análise sensorial (aos 6 dias de armazenamento) realizada, ou seja, não apresentaram odores detectáveis de rancidez. Já no dia da segunda análise sensorial (aos 20 dias de armazenamento) observa-se que em todos os tratamentos houve uma redução no índice de aceitabilidade pelos provadores e que, em todos os tratamentos, os valores de TBA foram de 0,6 mg MDA.Kg⁻¹ no dia 21 (Tabela 5).

Todas as concentrações adicionadas de extrato da casca de pequi conseguiram manter o produto com menor nível de rancificação até os 42 dias de armazenamento quando o controle apresentou 1,375±0,11 mg MDA.Kg⁻¹ amostra. Apesar disso, estudos mostram que valores de TBARS até 1,59 mg MDA.kg⁻¹ de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial e não causam alarme para saúde do ser humano (TORRES; OKANI, 1997). Sendo assim, percebe-se que o extrato de casca de pequi adicionado nas linguças de frango agiu como antioxidante. Outros trabalhos que também obtiveram resultados semelhantes

ao aplicarem outros extratos naturais em carnes ou produtos cárneos encontraram a mesma ação em seus estudos (BRANNAN, 2008; MOREIRA et al., 2008; ALVES, 2009; VIERA, 2012; PIOVESAN, 2012;).

Em amostras de carne de frango, submetidas à estocagem resfriadas por seis dias, verificou-se que os números de TBA foram de 0,33-0,58 mg MDA.Kg⁻¹ amostra para 1,10-1,65 mg MDA.Kg⁻¹ amostra depois dos seis dias, caracterizando aumento dos valores durante a estocagem (PIKUL; LESZCZYNSKI; KUMMEROW, 1989). Através da adição de alho fresco e alho em pó combinados em linguiças cruas de carne de frango verificou-se a potencialização do efeito antioxidante das amostras (SALLAM; ISHIOROSHI; SAMEJIMA, 2004). Em linguiças de frango com formulações tradicionais e *light* tratadas com diferentes antioxidantes e ácido ascórbico estudadas por Nunes et al. (2003) foi observado os maiores valores de TBA nas amostras controles.

3.5 Estabilidade microbiológica

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, através da Resolução RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) estabelece o regulamento técnico de padrões microbiológicos para alimentos. Em produtos cárneos frescos, como a linguiça, os valores máximos permitidos para *Staphylococcus* coagulase positiva e para *Clostridium* sulfito redutor a 46 °C é de 3 x 10³ UFC.g⁻¹, para coliformes a 45 °C é de 5 x 10³ e para *Salmonella* spp ausência em 25 g. Os resultados para *Staphylococcus* coagulase positiva, *Clostridium* sulfito redutor e coliformes a 45 °C apresentaram resultados inferiores a 1 Log UFC.g⁻¹ e para *Salmonella* spp apresentou ausência em 25 g de amostra. A tabela 6 apresenta os valores encontrados nas análises microbiológicas dos mesófilos e psicrotróficos. Observa-se que as linguiças elaboradas estavam dentro dos limites permitidos pela legislação demonstrando que o processamento foi realizado em condições adequadas de higiene e respeitando as boas práticas de fabricação.

Para verificar a vida de prateleira das linguiças de frango elaboradas e armazenadas sob refrigeração a 4 °C (±1 °C) foram realizadas as contagens de aeróbios mesófilos e psicrotróficos e observa-se que no período de 1 a 28 dias de armazenamento que todos os tratamentos adicionados de extrato de pequi foram inferiores a 10⁶ UFC.g⁻¹, menos os psicrotróficos aos 28 dias na menor concentração

do extrato (0,5%). Segundo Terra (1998), contagem de até 10^6 UFC.g⁻¹ é considerada faixa aceitável de contaminação microbiana em alimentos, o que também indica a qualidade sanitária dos alimentos (FRANCO; LANDGRAF, 1999).

Tabela 6 – Valores médios da contagem de aeróbios mesófilos totais e psicotróficos das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), durante o período de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).

Aeróbios mesófilos totais (Log UFC.g ⁻¹)				
Dias de armazenamento	Controle	0,5% ECP*	1,0% ECP	1,5% ECP
1	3,04 ^b ± 0,051	3,19 ^a ± 0,001	3,07 ^b ± 0,026	3,24 ^a ± 0,007
7	3,62 ^b ± 0,113	3,90 ^a ± 0,104	3,70 ^{ab} ± 0,093	3,60 ^b ± 0,118
14	4,64 ^b ± 0,110	4,89 ^b ± 1,039	4,79 ^b ± 0,442	5,99 ^a ± 0,042
21	4,94 ^a ± 0,007	3,11 ^b ± 0,069	4,63 ^a ± 0,087	4,94 ^a ± 0,059
28	6,52 ^a ± 0,062	5,20 ^b ± 0,042	5,51 ^b ± 0,096	5,67 ^b ± 0,247
35	7,14 ^a ± 0,115	6,41 ^b ± 0,066	6,43 ^b ± 0,088	6,28 ^b ± 0,040
Bactérias psicotróficas (Log UFC.g ⁻¹)				
Dias de armazenamento	Controle	0,5% ECP	1,0% ECP	1,5% ECP
1	2,98 ^b ± 0,102	3,27 ^{ab} ± 0,038	3,48 ^a ± 0,067	3,23 ^{ab} ± 0,229
7	3,16 ^b ± 0,277	4,54 ^a ± 0,141	3,24 ^b ± 0,080	3,22 ^b ± 0,012
14	3,93 ^c ± 0,517	5,83 ^a ± 0,018	4,72 ^b ± 0,171	5,21 ^{ab} ± 0,171
21	4,53 ^b ± 0,027	5,78 ^a ± 0,301	4,83 ^b ± 0,056	5,56 ^a ± 0,217
28	6,72 ^a ± 0,136	6,49 ^a ± 0,141	5,90 ^b ± 0,044	5,73 ^b ± 0,114
35	7,76 ^a ± 0,091	7,53 ^b ± 0,032	6,82 ^c ± 0,023	6,59 ^d ± 0,186

Valores apresentados como média \pm desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. *ECP: Extrato de casca de pequi.

Ainda, na contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos e psicotróficos, durante o período de armazenamento, foi observado um aumento gradativo em todos os tratamentos, demonstrando assim que neste experimento os extratos hidroetanólico a 80% da casca de pequi não exerceram atividade antimicrobiana sobre esses micro-organismos estudados. Neste caso é possível perceber a influência da aplicação do extrato da casca de pequi nas linguiças, pois, até os 28 dias de armazenamento os menores valores para contagem de aeróbios mesófilos deu-se nas linguiças com adição de extrato. Para os psicotróficos os extratos mais eficientes até os 28 dias foram os com maiores concentrações de extrato, ou seja, 1,0% e 1,5% de extrato da casca de pequi que se apresentaram inferiores significativamente diferentes aos demais.

Milani et al. (2001) estudaram os efeitos antimicrobianos dos extratos alcoólico e metanólico do chá verde, chá preto e da erva mate em carne mecanicamente separada de frango, conservada a 5 °C e a -25 °C, e verificaram que os extratos não proporcionaram proteção antimicrobiana efetiva na CMS de frango.

Aos 28 dias de armazenamento, os valores de mesófilos nas linguiças de frango adicionadas de extrato ainda encontravam-se valores aceitáveis, sendo inferiores e significativamente diferentes ($p < 0,05$), em todas as concentrações 0,5; 1,0% e 1,5% adicionadas em comparação ao controle. No período final de estocagem, 35 dias, a contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos para todos os tratamentos encontravam-se com valores superiores a 10^6 UFC/g.

3.6 Análise sensorial

Foram avaliados os atributos de cor, odor, sabor, textura e aparência global na linguiça de frango. O painel de provadores contou com 50 participantes não treinados em dois momentos, aos 6 e 20 dias, de armazenamento (Figuras 1 e 2).

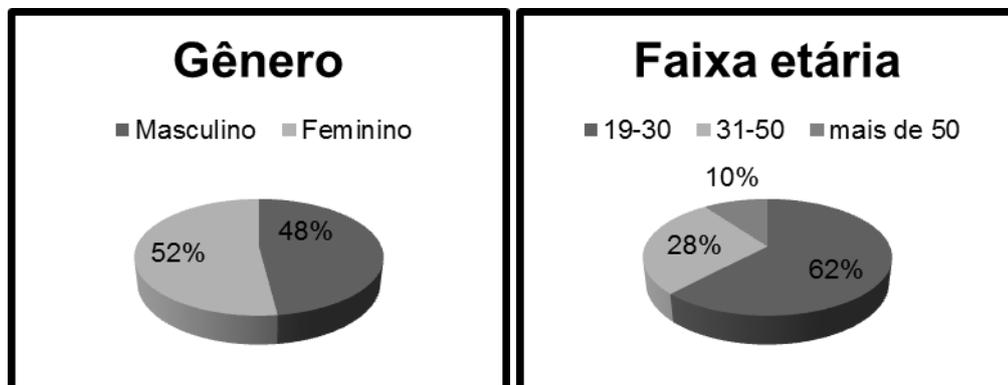


Figura 1 – Gênero e faixa etária dos provadores que realizaram análise sensorial aos 6 dias de armazenamento.

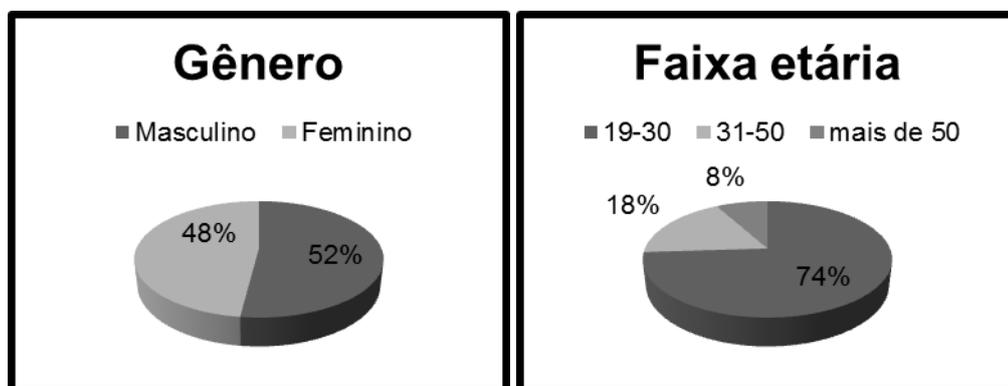


Figura 2 – Gênero e faixa etária dos provadores que realizaram análise sensorial aos 20 dias de armazenamento.

Observa-se que na primeira análise sensorial predominaram provadores do gênero feminino e na segunda análise sensorial ocorreu o contrário sendo que, em ambas as análises, os provadores em sua maioria apresentaram-se na faixa etária compreendida entre 19 e 30 anos.

Para avaliar a aceitabilidade dos produtos os atributos cor, odor, sabor, textura e aparência global foram avaliados em dois momentos e as médias das notas das linguças estão apresentadas nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 – Médias das notas atribuídas para as características sensoriais de cor, odor, sabor, textura e aparência para as amostras de linguça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), no dia 6 de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).

Características sensoriais				
Atributos	Controle	0,5% ECP*	1,0% ECP	1,5% ECP
Cor	5,10 ^{ab} \pm 1,129	5,44 ^a \pm 0,951	5,42 ^a \pm 1,263	4,68 ^b \pm 1,301
Odor	5,20 ^a \pm 1,107	5,20 ^a \pm 1,088	5,26 ^a \pm 1,175	4,80 ^a \pm 1,143
Sabor	5,46 ^{ab} \pm 1,100	5,66 ^a \pm 1,062	5,62 ^a \pm 1,176	4,92 ^b \pm 1,243
Textura	5,50 ^{ab} \pm 1,074	5,70 ^{ab} \pm 1,035	5,76 ^a \pm 0,981	5,16 ^b \pm 1,131
Aparência	5,34 ^{ab} \pm 1,136	5,54 ^a \pm 1,147	5,56 ^a \pm 1,198	4,80 ^b \pm 1,245

Valores apresentados como média \pm desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. Escores: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = nem gostei/nem desgostei; 5 = gostei moderadamente; 6 = gostei muito; 7 = gostei muitíssimo.

*ECP: Extrato de casca de pequi

Os valores médios das notas atribuídas referente aos atributos analisados aos 6 dias de armazenamento (tabela 7) ficaram entre 5 e 6, classificados como “gostei moderadamente” e “gostei muito” na escala hedônica estruturada de sete pontos, sendo que o controle não diferiu significativamente dos tratamentos adicionados de extrato para o atributo odor analisado, com alguma diferença significativa ($p < 0,05$) nos atributos cor, sabor, textura e aparência global apenas entre o tratamento com 1,5% de extrato com as demais concentrações do mesmo.

Em contrapartida, os valores encontrados aos 20 dias de armazenamento (tabela 8) não mostram diferença significativa entre os tratamentos avaliados e a média das notas dos atributos diminuíram para 4 e 5 referente a “nem gostei/nem desgostei” e “gostei moderadamente” da escala utilizada. Em geral, os resultados para a aceitabilidade das linguças elaboradas, em ambos os dias de

armazenamento, demonstraram que as concentrações aplicadas dos extratos da casca de pequi não interferiram na qualidade sensorial das linguças de frango.

Tabela 8 – Médias das notas atribuídas para as características sensoriais de cor, odor, sabor, textura e aparência para as amostras de linguça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), no dia 20 de armazenamento a 4 °C (± 1 °C).

Atributos	Características sensoriais			
	Controle	0,5% ECP*	1,0% ECP	1,5% ECP
Cor	5,06 ^a \pm 1,252	5,16 ^a \pm 1,076	4,86 ^a \pm 1,161	4,74 ^a \pm 1,337
Odor	5,12 ^a \pm 1,206	4,82 ^a \pm 1,137	4,84 ^a \pm 1,095	4,52 ^a \pm 1,233
Sabor	5,18 ^a \pm 1,380	5,32 ^a \pm 1,347	4,96 ^a \pm 1,370	4,64 ^a \pm 1,352
Textura	4,96 ^a \pm 1,355	5,50 ^a \pm 1,165	4,96 ^a \pm 1,324	5,02 ^a \pm 1,116
Aparência	4,96 ^a \pm 1,384	5,54 ^a \pm 1,061	5,04 ^a \pm 1,293	4,66 ^a \pm 1,379

Valores apresentados como média \pm desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. Escores: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = nem gostei/nem desgostei; 5 = gostei moderadamente; 6 = gostei muito; 7 = gostei muitíssimo.

*ECP: Extrato de casca de pequi

Quanto ao índice de aceitabilidade (Tabela 9) das linguças de frango adicionadas de diferentes concentrações de extratos da casca de pequi, verifica-se que os valores de todos os atributos, na primeira avaliação sensorial, foram superiores a 70% para a linguça de frango com exceção dos atributos cor, odor e aparência para a linguça com maior concentração de extrato (1,5%), desta forma nota-se que esta concentração influenciou negativamente a percepção dos provadores. Segundo Monteiro (1984) o índice de aceitabilidade é considerado com boa repercussão quando seu valor é $\geq 70\%$, sendo assim pode-se afirmar que a aplicação dos extratos não interferiu na aceitabilidade dos atributos avaliados nas concentrações utilizadas neste estudo quando adicionados até 1,0%.

Piovesan (2012) encontrou valores médios das notas atribuídas para os atributos cor, odor, sabor, textura e aparência global de aproximadamente 7, classificados como “gostei moderadamente” na escala hedônica estruturada de nove pontos e o índice de aceitabilidade das linguças de frango apresentaram-se superiores a 70%. Portanto as concentrações dos extratos de sementes de mamão e de marcela não interferiram na aceitabilidade das linguças de frango, uma vez que todos os tratamentos foram considerados com boa repercussão sensorial. Para Viera (2012) as características sensoriais de linguça toscana elaborada com extrato

de própolis apresentaram índice de aceitabilidade para os atributos cor, textura e aparência global superiores a 70% para todos os tratamentos. Para sabor e odor o tratamento adicionado de 2% de extrato de própolis obteve 68,67 e 67,11 de aceitabilidade respectivamente, sendo nos outros tratamentos (0,5% e 1,0%) acima de 70%, mostrando que nestas concentrações o extrato quando aplicado no produto é bem aceito.

Tabela 9 – Valores obtidos para o índice de aceitabilidade (%) das amostras de linguiça de frango controle e das adicionadas de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), nos dias 6 e 20 de armazenamento a 4°C (± 1 °C).

Atributos	Índice de aceitabilidade							
	Controle		0,5% ECP*		1,0% ECP		1,5% ECP	
	6	20	6	20	6	20	6	20
Cor	72,86	72,29	77,71	73,71	77,43	69,43	66,86	67,71
Odor	74,29	73,14	74,29	68,86	75,14	69,14	68,57	64,57
Sabor	78,00	74,00	80,86	76,00	80,29	70,86	70,29	66,29
Textura	78,57	70,86	81,43	78,57	82,29	70,86	73,71	71,71
Aparência	76,29	70,86	79,14	74,86	79,43	72,00	68,57	66,57

*ECP: Extrato de casca de pequi

Os resultados do teste de intenção de compra (Figura 3) realizado aos 6 dias de armazenamento evidenciaram que a linguiça adicionada de 1,0% de extrato da casca de pequi apresentou maior intenção de compra 34% equivalendo ao termo “decididamente eu compraria” na escala, seguida da linguiça controle (22%), da linguiça com 0,5% de extrato da casca de pequi (18%) e da linguiça com 1,5% de extrato (16%). Resultados semelhantes foram evidenciados por Viera (2012) que encontraram a linguiça toscana adicionada de 0,5% de extrato de própolis apresentou maior intenção de compra 34% equivalendo ao termo certamente compraria na escala, seguida da linguiça controle (30%), da linguiça com 1% de extrato de própolis (22%) e da linguiça com 2% de extrato (14%).

O objetivo principal de uma empresa é vender os produtos que fabrica. É então imprescindível o desenvolvimento e fabricação de produtos que sejam de agrado do consumidor. O conhecimento das características requeridas pelos consumidores é uma das aplicações mais importantes da análise sensorial no desenvolvimento de novos produtos e no marketing. Este tipo de prova é utilizado normalmente em uma das seguintes situações: manutenção das características de

um dado produto; melhoria ou otimização de um produto; desenvolvimento de novos produtos e avaliação do potencial de mercado (NORONHA, 2003). Com isso, as linguiças de frango elaboradas com extrato de casca de pequi evidenciaram, por meio da análise sensorial, ser um novo produto promissor para indústria devido os consumidores mais exigentes e preocupados com a saúde quando se trata de um antioxidante natural em substituição a um sintético, além do potencial de mercado analisado através da intenção de compra tendo em vista os resultados apresentados neste estudo, principalmente pela amostra com 1,0% de extrato, somados ao seu comportamento físico-químico e estabilidade microbiológica.

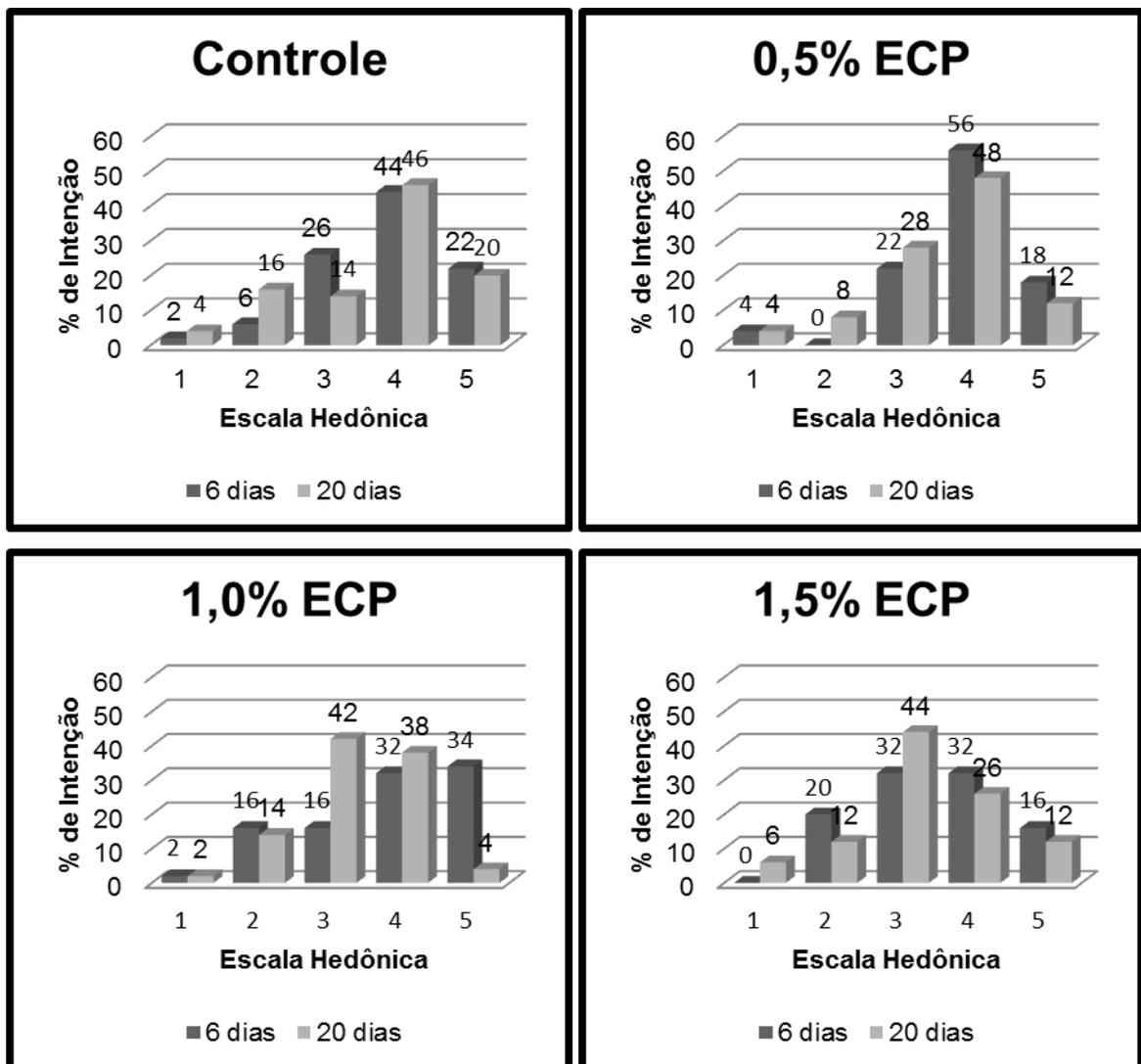


Figura 3 – Intenção de compra das linguiças de frango aos 6 e 20 dias de armazenamento. 1=decididamente eu não compraria; 2=provavelmente eu não compraria; 3=talvez sim/talvez não; 4=provavelmente eu compraria; 5=decididamente eu compraria.

4 Conclusão

A composição centesimal das linguiças adicionadas dos extratos da casca de pequi e o controle apresentaram-se de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira, como Padrão de Identidade e Qualidade do Produto.

Os valores médios de pH verificados ficaram na faixa entre 5,90 e 6,68 nos diferentes tratamentos analisados com leve redução do pH ao longo do período de armazenamento.

No final do armazenamento, todos os tratamentos apresentaram uma queda nos valores para L* indicando escurecimento no produto.

Os níveis de TBARS tenderam a aumentar ao longo do tempo e as linguiças tratadas com extrato da casca de pequi mantiveram o produto livre de rancificação até os 42 dias evidenciando uma capacidade antioxidante superior à medida que houve aumento na concentração de extrato adicionado.

Em relação aos valores obtidos para *Staphylococcus* coagulase positiva; *Samonella*; *Clostridium* sulfito redutor 46 °C, Coliformes totais e coliformes fecais apresentaram-se dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela Legislação brasileira para todos os tratamentos.

Ainda, na contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos e psicotróficos, durante o período de armazenamento, foi observado um aumento gradativo em todos os tratamentos, demonstrando assim que os extratos hidroetanólico a 80% da casca de pequi não exerceram atividade antimicrobiana sobre esses micro-organismos estudados.

Os valores médios das notas atribuídas referente aos atributos analisados aos 6 dias de armazenamento foram de aproximadamente 5, classificados como “gostei moderadamente” e aos 20 dias foram de 4, referente a “nem gostei/nem desgostei” na escala hedônica estruturada de sete pontos.

Os resultados do teste de intenção de compra realizado aos 6 dias de armazenamento evidenciaram que a linguiça adicionada de 1,0% de extrato da casca de pequi apresentou maior intenção de compra 34% equivalendo ao termo “decididamente eu compraria” na escala.

Contudo, é possível perceber que as linguiças de frango contendo 1,0% de extrato hidroetanólico 80% da casca de pequi apresentaram os melhores resultados em relação às demais concentrações.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos de mestrado ao primeiro autor.

Referências

ALMEIDA, C de O. *Avaliação físico-química e microbiológica de linguiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às praticas em supermercado*. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ALVES, E. *Atividade antioxidante de extratos de própolis comercializados em Santa Maria – RS e aplicação em linguiça toscana refrigerada*. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Committee on microbiological methods for foods. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4 ed. Washington: APHA, 2001. 676p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 16.ed. Arlington: AOAC, 1998. v. 1.

ASKU, M. I. KARAOGLU, M.; ESENBUGA, N.; KAYA, M.; MACIT, M.; OCKERMAN, H. W. Effect of a dietary probiotic on some quality characteristics of raw broiler drumstick and breast meat. *Journal of Muscle Foods*, Trumbull, v.16, n.4, p.306-317, Oct. 2005.

BERAQUET, N, J. Carne mecanicamente separada de aves. In: SEMINARIO E CURSO TEÓRICO PRÁTICO AGREGANDO VALOR A CARNE DE AVES, 1, 2000, Campinas. *Anais...* Campinas: ITAL 2000, p. 17-19.

BRANNAN, R. G. Effects of grape seeds extract on physicochemical properties of ground, salted, chicken thigh meat during refrigerated storage at different relative humidity levels. *Journal of Food Science*, Oxon, v. 73, n. 1, p. C36-C40, Jan/Feb.2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 4, Anexo III, de 05 de abril de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. Brasília: *Diário Oficial da União*, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa – IN nº 62, de 26 de agosto de 2003. Dispõe sobre Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Brasília: *Diário Oficial da União*, ago. 2003.

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

DURAN, R. M.; PADILLA, R. B. Actividad antioxidante de los compuestos fenolicos. *Grasas y Aceites*, v. 44, n. 2, p. 101-106, 1993.

DUTCOSKY, S. D. *Análise sensorial de alimentos*. 3 ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 425p.

FONTES, P. R.; RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A.de M. Avaliação da cor objetiva de mortadelas adicionadas de sangue tratado com monóxido de carbono e formuladas com ou sem adição de nitrito. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2005, São Paulo. *Anais....Campinas: CTC/ITAL, CD-ROM (SE05-38)*, 2005.

FRANCO, B, LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2005. p. 29.

GARCÍA-ESTEBAN, M.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*, v. 67, n. 1, p. 57-63, 2004.

GEORGANTELIS, D. et al. Effect of Rosemary extract, chitosan and alfa-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. *Meat Science*, v. 76, n. 1, p. 172-181, 2007.

GOMES, H.D.A.; SILVA, E. N.; NASCIMENTO, M. R. L.; FUKUMA, H. T. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food Chemistry*, Oxford, UK, v.80, n.3, p.433-437, Mar. 2003.

GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; BOATELLA, J.; CODONY, R. Measurement of 2-thiobarbituric acid values in dark chicken meat through derivative spectrophotometry: influence of various parameters. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, DC, v.48, n.4, p.1155-1159, Apr. 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. *Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos*. 4. ed.; 1.ed digital, São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, 2008.

KAHL, R.; HILDEBRANDT, A. G. Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action on antioxidants. *Food Chemical Toxicology*, v. 24, n. 10/11, p. 1007-1014, 1986.

LIMA, A. de. *Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (Caryocar brasiliense, Camb.)*. Tese (doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de alimentos e Nutrição Experimental. 2008.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 68, n. 1, p. 1–11, 2009.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. *Sensory Evaluation Techniques*. New York: CRC Press, 1987.

MELTON, S. T.; Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technology*, Chicago, v.37, n.7, p.105-116, 1983.

MENDONÇA, K. et al. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão 'siciliano'. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 6, n. 2, p.179-183, 2003.

MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; QUADROS, C. P, ROSA, C. S.; BIANCHIN, M.; WAGNER, R.; TERRA, N. N. Antioxidantes e antimicrobianos naturais para carne mecanicamente separada de frango. *Anais... 4º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos*, p.122. Campinas, 2001.

MONTEIRO, C. L. B. *Técnicas de avaliação sensorial*. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984. 101 p.

MOREIRA, L. et al. Antioxidant properties, total phenols and pollen analysis of própolis samples of Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, v. 46, n. 11, p. 3482-3485, 2008.

NORONHA, J. F. de. *Apontamentos de Análise Sensorial*. Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003. p.74.

NUNES, M. L.; FIGUEIREDO, M. J.; MADRUGADA, M. S.; LIMA, F. M.S.;BISCOR, T. M. Efeito de antioxidantes e das condições de estocagem na oxidação lipídica de linguiças de frango. *Revista Nacional da Carne*, p. 75-80, 2003.

OLIVO, R. *Alterações oxidativas em produtos cárneos*. In. Olivo, R. O Mundo do Frango. 1 Ed. Criciúma, SC: Ed do Autor, 2006. v.29, n.1, p.533-542. Capítulo 44.

PEREIRA, M. G. *Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave*. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

PEREZ-ALVAREZ, J. A.; SAYAS-BARBERA, M. E.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; GAGOGAGO, M. A.; PAGAN-MORENO, M. J.; ARANDA-CATALA, V. Spanish drycured ham aging process: colour characteristics. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44, Barcelona, 1998. *Proceedings*. Barcelona, 1998. p.984-985.

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

PIOVESAN, N. *Extratos naturais de sementes de mamão papaya (Carica papaya L.) e marcela (Achyrocline satureioides) e avaliação da capacidade antioxidante e antimicrobiana em linguiça de frango*. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

QUEIROZ, A. M. P. *Efeitos do Tripolifosfato de Sódio sobre as características microbiológicas, físico-químicas e vida-de-prateleira em linguiça fresca de frango*. 2006. 85 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

RAHARJO, S.; SOFOS, N. J.; SCHMIDT, R. G. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 40, p.2182 – 2185, 1992.

RAIMUNDO, A; COUTO, S. M.; LANZILLOTTI, H. S. Elaboração e análise sensorial de linguiças caseiras. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 19, n. 128, p. 70-77, jan./fev., 2005.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A de M. *Avaliação da qualidade de carnes*. Ed: UFV, Viçosa – MG, 599p, 2007.

SALLAM, K.; ISHIOROSHI, M.; K. SAMEJIMA. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, v. 37, cap.8, p. 849-855. 2004.

SHAHIDI, E. et al. Effect of sulphanilamide on the TBA values of cured meats. *Journal Food Science*, v.50, p.274-275, 1985.

SILVA, J.A. *Tópicos da tecnologia de alimentos*. São Paulo: Varela, 2000.

TERRA, N. N. *Apontamentos de tecnologia de carnes*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998. 216p.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. *Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade*. São Paulo: Nobel, 1988. 119p.

- TORRES, E. F. S. et al. Papel do sal iodado na oxidação lipídica em hambúrgueres bovino e suíno (misto) ou de frango. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.18, n.1, p. 49-52, jan./abr. 1998.
- TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. *Revista Nacional da Carne*, v. 243, p. 68-76, 1997.
- TRINDADE, M. A.; NUNES, T. P.; CONTRERAS-CASTILLO. FELICIO, P. E. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidante durante o período de armazenamento a – 18 °C. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 1, p. 160-168, 2008.
- VIERA, V. B. *Obtenção do extrato de própolis assistida por micro-ondas, aplicação em linguiça toscana e avaliação da sua capacidade antioxidante*. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- WANG, B.; PACE, R.D.; DESSAI, A.P. et al. Modified extraction method for determining 2-Thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. *Journal of Food Science*, v. 67, n.8, p.2833-2836, 2002.

4. CONCLUSÕES GERAL

Os resultados obtidos nas análises *in vitro* dos extratos da casca de pequi apontaram, como sendo o melhor, o extrato hidroetanólico a 80% sob agitação em relação ao conteúdo de polifenóis totais e atividade antioxidante e o que melhor preveniu a oxidação do β -caroteno foi o extrato aquoso sob agitação.

A casca de pequi mostrou-se ser basicamente constituída de água, fibra alimentar total e carboidratos, tornando-se possível sua adição em outros produtos para aumentar o teor de fibra alimentar sendo viável a utilização desse resíduo para fornecer uma alimentação mais saudável para os indivíduos e reduzir um problema ambiental de geração de resíduos pelo processamento de pequi nas cooperativas.

A composição centesimal das linguiças adicionadas dos extratos da casca de pequi e o controle apresentaram-se de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira, como Padrão de Identidade e Qualidade do Produto.

Os valores médios de pH verificados ficaram na faixa entre 5,90 e 6,68 nos diferentes tratamentos analisados, apresentando diferença significativa entre os tratamentos nos dias 1, 28 e 42. Ainda, foi possível perceber uma redução do pH ao longo do período de armazenamento.

No final do armazenamento, todos os tratamentos apresentaram uma queda nos valores para L^* em relação ao início do experimento indicando escurecimento no produto. Em relação ao parâmetro a^* , houve um aumento nos valores encontrados no final do armazenamento quando comparados ao início. O parâmetro b^* apresentou valores maiores para o controle durante todo o período de armazenamento diferindo-se significativamente dos demais tratamentos e todos tiveram redução em seus valores. Os valores de C^* , durante todo o período de armazenamento, o controle foi significativamente diferente apresentando valores maiores sobre os tratamentos, sendo os valores apresentados mais próximos de cores cinza. O ângulo de tonalidade (h^*), no dia 1 de armazenamento, nos tratamentos adicionados de extrato apresentaram valores superiores em relação ao controle sendo que, aos 42 dias de armazenamento, houve uma inversão quando e o controle passa a apresentar valores significativamente superiores aos demais tratamentos.

Os níveis de TBARS tenderam a aumentar ao longo do tempo e as linguças tratadas com extrato da casca de pequi conseguiram manter o produto livre de rancificação até os 42 dias de armazenamento evidenciando uma capacidade antioxidante superior na medida em que houve aumento na concentração de extrato adicionada.

Em relação aos valores obtidos para *Staphylococcus* coagulase positiva; *Samonella*; *Clostridium* sulfito redutor 46 °C, Coliformes totais e coliformes fecais apresentaram-se dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela Legislação brasileira para todos os tratamentos. Ainda, na contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos, durante o período de armazenamento, foi observado um aumento gradativo em todos os tratamentos, demonstrando assim que neste experimento os extratos hidroetanólico da casca de pequi não exerceram atividade antimicrobiana sobre esses micro-organismos estudados.

Os valores médios das notas atribuídas referente aos atributos analisados aos 6 dias de armazenamento ficaram entre 5 e 6, classificados como “gostei moderadamente” e “gostei muito” na escala hedônica estruturada de sete pontos, sendo o controle sempre igual aos tratamentos adicionados de extrato, com alguma diferença significativa nos atributos cor, sabor, textura e aparência global apenas entre o tratamento com 1,5% de extrato com as demais concentrações do mesmo. Em contrapartida, os valores encontrados aos 20 dias de armazenamento não mostram diferença significativa entre os tratamentos avaliados e a média das notas dos atributos diminuíram para 4 e 5 referente a “nem gostei/nem desgostei” e “gostei moderadamente” da escala utilizada. Em geral, os resultados para a aceitabilidade dos produtos elaborados, em ambos os dias de armazenamento, demonstraram que as concentrações aplicadas dos extratos da casca de pequi não interferiram na qualidade sensorial das linguças de frango. Os resultados do teste de intenção de compra realizado aos 6 dias de armazenamento evidenciaram que a linguça adicionada de 1,0% de extrato da casca de pequi apresentou maior intenção de compra 34% equivalendo ao termo “decididamente eu compraria” na escala, seguida da linguça controle (22%), da linguça com 0,5% de extrato da casca de pequi (18%) e da linguça com 1,5% de extrato (16%).

Contudo, é possível perceber que as linguças de frango contendo 1,0% de extrato hidroetanólico 80% da casca de pequi apresentaram os melhores resultados em relação às demais concentrações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. N. de; BITTENCOURT, A. M.; SANTOS, A, J. dos; et al. Evolução da produção e preço dos principais produtos florestais não madeireiros extrativos do Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 15, n.3, p. 282-287, jul./set. 2009.

ALMEIDA, C de O. **Avaliação físico-química e microbiológica de linguiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às praticas em supermercado**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1994.

ALVES, E. **Atividade antioxidante de extratos de própolis comercializados em Santa Maria – RS e aplicação em linguiça toscana refrigerada**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA).Committee on microbiological methods for foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**.4 ed. Washington: APHA, 2001. 676p.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 319-336, jul./dez., 2006.

ASKU, M. I. KARAOGLU, M.; ESEBUGA, N.; KAYA, M.; MACIT, M.; OCKERMAN, H. W. Effect of a dietary probiotic on some quality characteristics of raw broiler drumstick and breast meat. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v.16, n.4, p.306-317, Oct. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**.16.ed. Arlington: AOAC, 1998. v. 1.

BADAWI, C. **Estratégia curricular em marketing da nutrição**. São Paulo – USP, 2009.

BALLARD, T. S. et al. Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins. **Food Chemistry**, v. 120, n. 4, p. 1185-1192, 2010.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, London, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BARBOSA, R. C. M. V.; AMANTE, E. R. Caracterização físico-química da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliensis*), Porto Alegre, RS, 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. p. 1528-1531.

BENDER, D. A. As vitaminas. In: GIBNEY, M. J.; VORSTER, H. H.; KOK, F. J. (Ed.). **Introdução à nutrição humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. cap. 8, p.114-161.

BERAQUET, N, J. Carne mecanicamente separada de aves. In: SEMINARIO E CURSO TEÓRICO PRÁTICO AGREGANDO VALOR A CARNE DE AVES, 1, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL 2000, p. 17-19.

BERNARDES, N. R.; TALMA, S. V.; SAMPAIO, S. H.; et al. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ. Perspectivas online **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. 1, p. 53-59, 2011.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, n.1, p. 25-30, 1995.

BRANNAN, R. G. Effects of grape seeds extract on physicochemical properties of ground, salted, chicken thigh meat during refrigerated storage at different relative humidity levels. **Journal of Food Science**, Oxon, v. 73, n. 1, p. C36-C40, Jan/Feb. 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 30691, de 29 de março de 1952. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. Alterado pelos Decretos nº 1255 de 25/06/62; 1236 de 02/09/79; 1812 de 08/02/96 e 2244 de 04/06/97. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1997.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico de Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1997.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 1.004, de 11 de dezembro de 1998. Regulamento Técnico de Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Carneos. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1998. Republicada no DOU. DE 22/03/99.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 4, Anexo III, de 05 de abril de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa – IN nº 62, de 26 de agosto de 2003. Dispõe sobre Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Brasília: **Diário Oficial da União**, ago. 2003.

BROINIZI, P. R. B.; ANDRADE-WARTHA, E. R. S. de; SILVA, A. M. de O; et al. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 902-908, 2007.

BUCK, D. F. Antioxidants in soya oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champaign, v. 58, n. 3, p. 275-278, 1981.

CAMEL, V. Microwave-assisted solvent extraction of environmental samples. **Trends Analytical Chemistry**, v. 19, n. 4, p. 229-247, 2000.

COLTRO, L.; BURATIN, A. E. Garrafas de PET para óleo comestível – avaliação da barreira à luz. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 3, p. 206-211, 2004.

COSTA, L. M.; KORN, M. G.; CASTRO, J. T. Planejamento fatorial aplicado à digestão de amostras de feijão assistida por radiação micro-ondas. **Química Nova**, v. 29, n.1, p. 149-152, 2006.

CRAVOTO, G. et al. Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 15, p. 899-902, 2008.

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

DIMITRIOS, B. Sources of natural phenolic antioxidants. **Trends Food Science Technology**, v. 17, p. 505-512, 2006.

DURAN, R. M.; PADILLA, R. B. Actividad antioxidante de los compuestos fenolicos. **Grasas y Aceites**, v. 44, n. 2, p. 101-106, 1993.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3 ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 425p.

ESKILSSON, C. S.; BJORKLUND, E. Analytical-scale microwave-assisted extraction. **Journal Chromatography**, v. 1, n. 90, p. 227-250, 2000.

FERNANDÉZ-GINÉS, J. M. et al. Meat products as functional foods: a review. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 2, p. 37-43, 2005.

FONTES, P. R.; RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. de M. Avaliação da cor objetiva de mortadelas adicionadas de sangue tratado com monóxido de carbono e formuladas com ou sem adição de nitrito. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2005, São Paulo. **Anais....Campinas: CTC/ITAL, CD-ROM (SE05-38), 2005.**

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê sobre antioxidantes. **Revista Food Ingredients**, n. 6, p. 16-30, 2009.

FRANCO, B, LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. p. 29.

GARCÍA-ESTEBAN, M.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. **Meat Science**, v. 67, n. 1, p. 57-63, 2004.

GARDINI, C. H. C. Efeito da vitamina E na qualidade da carne de frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, v.288, p.90-97, Fev. 2001.

GEORGANTELIS, D. et al. Effect of Rosemary extract, chitosan and alfa-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. **Meat Science**, v. 76, n. 1, p. 172-181, 2007.

GHIRETTI, G.P.; ZANARDI, E.; NOVELLI, E.; et al. Comparative evaluation of some antioxidants in salame Milano and mortadella production. **Meat Science**, 47, p. 167-176, 1997.

GODIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S. et al. Centesimal composition and minerals in peels of fruits. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GOMES, H.D.A.; SILVA, E. N.; NASCIMENTO, M. R. L.; FUKUMA, H. T. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. **Food Chemistry**, Oxford, UK, v.80, n.3, p.433-437, Mar. 2003.

GONÇALVES, G. A. S.; VILAS BOAS, E. V. de B.; RESENDE, J. V. de; et al. Qualidade dos frutos do pequi submetidos a diferentes tempos de cozimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 377-385, mar./abr. 2011.

GORDON, M. H. The mechanism of antioxidant action *in vitro*. In: HUDSON, B. J. F. **Food antioxidants**. London: Elsevier Applied Science, 1990. p. 1-18.

GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; BOATELLA, J.; CODONY, R. Measurement of 2-thiobarbituric acid values in dark chicken meat through derivative spectrophotometry:

influence of various parameters. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v.48, n.4, p.1155-1159, Apr. 2000.

GRÜN, I. U.; AHN, J.; CLARKE, A. D.; LORENZE, Carol L.. Reducing oxidation of meat. **Food Technology**, v. 60, n. 1, p. 36-43, 2006.

HAYAT, K. et al. Optimized microwave-assisted extraction of phenolic acids from citrus mandarin peels and evaluation of antioxidant activity in vitro. **Separation and Purification Technology**, v. 70, n. 1, p. 63–70, 2009.

HAYOUNI, E. A.; ABEDRABBA, M.; BOUIX, M.; HAMDI, M. The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercuscoccifera* L. and *Juniperusphoenicea* L. fruit extracts. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 1126-1134, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed.; 1.ed digital, São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, 2008.

JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 1, p. 137-147, 2007.

KAHL, R.; HILDEBRANDT, A. G. Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action on antioxidants. **Food Chemical Toxicology**, v. 24, n. 10/11, p. 1007-1014, 1986.

KOBA, K.; MATSOUKA, A.; OSADA, K.; HUANG, Y. Effect of loquat (*Eriobotya japonica*) extracts on LDL oxidation. **Food Chemistry**, v. 104, n. 1, p. 308-316, 2007.

KORNILOVA, O.; ROSELL-MELE, A. Application of micro-wave assisted extraction to the analysis of biomarker climate proxies in marine sediments. **Org. Geochem**, v. 34, p. 1517-1523, 2003.

LIMA, A. de et al. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 695-698, dez. 2007.

LIMA, A. de. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.)**. Tese (doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de alimentos e Nutrição Experimental. 2008.

MADSEN, H. L.; BERTELSEN, G. Spices as antioxidants. **Trends in food Science and Technology**, London, v. 6, n. 8, p. 271-277, 1995.

MAFFEI, H. V. L. Constipação crônica funcional: com que fibra suplementar?. **Jornal de Pediatria** (Rio de J.), Porto Alegre, v. 80, n. 3, p. 167-168, maio/jun. 2004.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 1–11, 2009.

MARIUTTI, L. R. B. et al. Effect of sage and garlic on lipid oxidation in high-pressure processed chicken meat. **Euro Food Research Technology**, v. 227, n. 2, p. 337–44, 2008.

MARQUES, M. C. S. **Estudo fitoquímico e biológico dos extratos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica/Agrobioquímica)–Pós-Graduação em Agroquímica/Agrobioquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MARTINEZ-TOME, M. et al. Antioxidant properties of Mediterranean spices compared with common food additives. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 64, n. 9, p. 1412-1419, 2001.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; PROVAN, G. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Journal Science Food Agriculture**, v. 82, n. 3, p. 323-330, 2002.

MATSUI, K. N. **Inativação das enzimas presentes na água de coco verde (*Cocos nucifera* L.) por processo térmico através do micro-ondas**. 2006. 139. f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-55, fev. 2000.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: CRC Press, 1987.

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

MELO, P. S.; BERGAMASCHI, K. B.; TIVERON, A. P.; et al. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 1088-1093, 2011.

MELTON, S. T.; Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v.37, n.7, p.105-116, 1983.

MENDONÇA, K. et al. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão 'siciliano'. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p.179-183, 2003.

MICHELS, K. B. Fiber intake and incidence of colorectal cancer among 76,947 women and 47,279 men. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, v. 14, p. 842-849, 2005.

MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; QUADROS, C. P, ROSA, C. S.; BIANCHIN, M.; WAGNER, R.; TERRA, N. N. Antioxidantes e antimicrobianos naturais para carne mecanicamente separada de frango. **Anais** do 4º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, p.122. Campinas, 2001.

MILLER, H. E. Simplified method for evaluation of antioxidant. **Journal of the American Oil Society**, v. 48, n. 2, p. 91, 1971.

MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de avaliação sensorial**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984. 101 p.

MOREIRA, L. et al. Antioxidant properties, total phenols and pollen analysis of própolis samples of Portugal. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 11, p. 3482-3485, 2008.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

NORONHA, J. F. de. **Apontamentos de Análise Sensorial**. Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003. p.74.

NUNES, M. L.; FIGUEIREDO, M. J.; MADRUGADA, M. S.; LIMA, F. M.S.; BISCOR, T. M. Efeito de antioxidantes e das condições de estocagem na oxidação lipídica de linguiças de frango. **Revista Nacional da Carne**, p. 75-80, 2003.

OLIVEIRA, M. E. B. de; GUERRA, N. B.; BARROS, L. de M.; et al. **Aspectos agrônômicos e de qualidade do pequi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 32 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 113).

OLIVEIRA, M. E. B. de; GUERRA, N. B.; MAIA, A. de H. N.; et al. Caracterização física de frutos do pequizeiro nativos da Chapada do Araripe – CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1196-1201, 2009.

OLIVEIRA, M. N. S. de; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; et al. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 380-386, dez. 2006.

OLIVO, R. **Alterações oxidativas em produtos cárneos**. In. Olivo, R. O Mundo do Frango. 1 Ed. Criciúma, SC: Ed do Autor, 2006. v.29, n.1, p.533-542. Capítulo 44.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. P.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Revista Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.

OUFNAC, D. S. et al. Extraction of antioxidants from wheat Bran using conventional solvent and microwave-assisted methods. **Cereal Chemistry**, v. 84, n. 2, p. 125-129, 2007.

PEREIRA, M. G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

PEREZ-ALVAREZ, J.A.; SAYAS-BARBERA, M.E.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; GAGOGAGO, M.A.; PAGAN-MORENO, M.J.; ARANDA-CATALA, V. Spanish drycured ham aging process: colour characteristics. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44, Barcelona, 1998. **Proceedings**. Barcelona, 1998. p.984-985.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, n. 7, p. 791-800, 2006.

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

PIOVESAN, N. **Extratos naturais de sementes de mamão papaya (*Carica papaya* L.) e marcela (*Achyrocline satureioides*) e avaliação da capacidade antioxidante e antimicrobiana em linguiça de frango**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

QUEIROZ, A. M. P. **Efeitos do Tripolifosfato de Sódio sobre as características microbiológicas, físico-químicas e vida-de-prateleira em linguiça fresca de frango**. 2006. 85 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

RAHARJO, S.; SOFOS, N. J.; SCHMIDT, R. G. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 40, p.2182 – 2185, 1992.

RAIMUNDO, A; COUTO, S. M.; LANZILLOTTI, H. S. Elaboração e análise sensorial de linguiças caseiras. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 128, p. 70-77, jan./fev., 2005.

RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n.4, São Paulo, p. 755-760, 2006.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A de M. **Avaliação da qualidade de carnes**. Ed: UFV, Viçosa – MG, 599p, 2007.

RAMOS, S. C.; OLIVEIRA, M. N. G. Constipação intestinal no idoso: a fibra como tratamento e prevenção. **Revista Nutrição em Pauta**, São Paulo, v. 10, n. 54, p. 51-55, maio/jun. 2002.

ROBARDS, K.; PRENZLER, P.D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in processes in fruits. **Food Chemistry**, v.66, n.4, p. 401- 436, 1999.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B. da; et al. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, dez. 2011.

RODRIGUES-AMAYA, D. B. **Carotenids and food preparation**: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stores foods. Arlington: OMINI Projet, 1997.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan-mar. 2007.

SALLAM, K.; ISHIOROSHI, M.; K. SAMEJIMA. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 37, cap.8, p. 849-855. 2004.

SHAHIDI, E. et al. Effect of sulphanilamide on the TBA values of cured meats. **Journal Food Science**, v.50, p.274-275, 1985.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics**: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic Publishing, 1995. p. 281-319.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, p.1315S-1321S, 1995.

SILVA, J.A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymology**, n. 299, p. 152-178, 1999.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas niágaras e isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p.59-64, mar. 2008.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v.15 n.1. Campinas, p. 71-81, 2002.

SOUSA, P. H. M. de; SOUZA NETO, M. A. de; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim SBCTA**, Campinas, SP, v. 3, n.2, p. 127-135, jul./dez. 2003.

SOUZA, O. O. A. **Caracterização física de frutos e propagação sexuada de pequi (Caryocar brasiliense Camb.) oriundos de diferentes regiões do estado de Goiás. Estrutura do fruto e da semente do pequi, Caryocar brasiliense Camb. (Caryocaraceae)**. 2005. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998. 216p.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988. 119p.

TORRES, E. F. S. et al. Papel do sal iodado na oxidação lipídica em hambúrgueres bovino e suíno (misto) ou de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.1, p. 49-52, jan./abr. 1998.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, v. 243, p. 68-76, 1997.

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

UM PÉ DE QUÊ?. **Pequi**. 2010. Disponível em: < <http://www.umpedeque.com.br>>. Acesso em: 30 jul. 2012.

VELASCO, J. Application de antioxidants naturales em productos carnicos. **Carnetec**, Chicago, v. 12, n. 1, p. 35-37, 2005.

VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do; et al. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 71-79, abr./jun. 2005.

VERA, R.; SOUZA, E. R. B. de.; FERNANDES, E. P.; NAVES, R. V.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. Caracterização física e química de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, p.93-99, 2007.

VIDAL, A.; FALLARERO, A.; ANDRADE-WHARTHA, E. R.; et al. Composición química y actividad antioxidante del alga marina roja bryothamnion triquetum (S.G.Gimelín) howe. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, n. 4, p. 589-600, 2006.

VIEIRA, A. A oxidação lipídica e o uso de antioxidantes sintéticos em produtos cárneos. **Aditivos e Ingredientes**, n.26, p.71-75, 2003.

VIERA, V. B. **Obtenção do extrato de própolis assistida por micro-ondas, aplicação em linguixa toscana e avaliação da sua capacidade antioxidante**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

WANG, B.; PACE, R.D.; DESSAI, A.P. et al. Modified extraction method for determining 2-Thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. **Journal of Food Science**, v. 67, n.8, p.2833-2836, 2002.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Instrumento para avaliação sensorial.

Instrumento para Avaliação Sensorial													
Iniciais do seu nome: _____ Data: __/__/__ Gênero: M() F() Idade: 19-30() 31-50() + de 51()													
<p>Você está recebendo uma amostra codificada de linguiça de frango. Por favor, prove e avalie o quanto você gostou ou desgostou utilizando a escala hedônica abaixo e marque para cada atributo o número referente à nota da escala que melhor reflita seu julgamento:</p>													
Escala Hedônica	Código da amostra:												
1 Desgostei muitíssimo 2 Desgostei muito 3 Desgostei moderadamente 4 Nem gostei / Nem desgostei 5 Gostei moderadamente 6 Gostei muito 7 Gostei muitíssimo	<hr style="width: 100%;"/> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Atributos</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Nota</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Cor</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Odor</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sabor</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Textura</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aparência</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </tbody> </table>	Atributos	Nota	Cor		Odor		Sabor		Textura		Aparência	
Atributos	Nota												
Cor													
Odor													
Sabor													
Textura													
Aparência													
Comentários: _____ _____ _____													
<p>Por favor, agora avalie segundo a sua intenção de compra utilizando a escala de atitude abaixo marcando um (x) ao lado da opção pretendida:</p>													
Escala de Atitude													
() 1 Decididamente eu não compraria () 2 Provavelmente eu não compraria () 3 Talvez sim / Talvez não () 4 Provavelmente eu compraria () 5 Decididamente eu compraria													
Obrigada pela participação!													

Apêndice 2 – Fotos referentes ao 1º (A) e 42º (B) dia de armazenamento das linguiças de frango.



Tratamento Controle – sem adição de extrato (C).

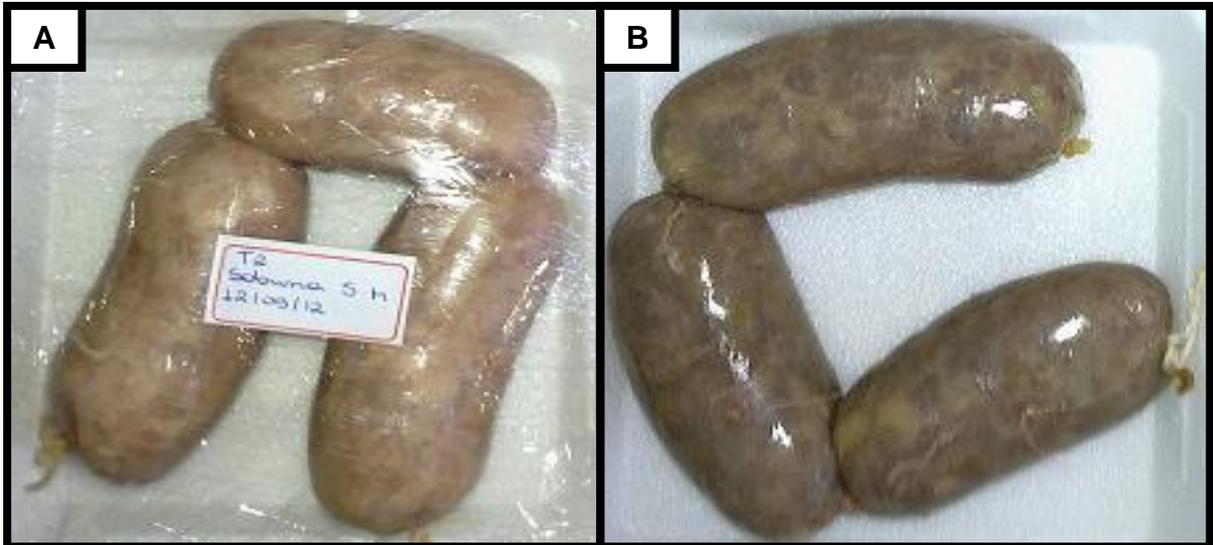
Fonte: Acervo pessoal do autor.



Tratamento 1 – extrato de casca de pequi a 0,5% (0,5% ECP).

Fonte: Acervo pessoal do autor.

Apêndice 2 – Continuação. Fotos referentes ao 1º (A) e 42º (B) dia de armazenamento das linguiças de frango.



Tratamento 2 – extrato de casca de pequi a 1,0% (1,0% ECP).

Fonte: Acervo pessoal do autor.



Tratamento 3 – extrato de casca de pequi a 1,5% (1,5% ECP).

Fonte: Acervo pessoal do autor.