



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

URI VANILLE RAIOL DA SILVA FONTELES

**EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DO EXTRATO DA SEMENTE DO URUCUM EM
COBERTURAS ATIVAS À BASE DE QUITOSANA NA CARNE BOVINA**

MOSSORÓ/RN

2019

URI VANILLE RAIOL DA SILVA FONTELES

**EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DO EXTRATO DA SEMENTE DO URUCUM EM
COBERTURAS ATIVAS À BASE DE QUITOSANA NA CARNE BOVINA**

Dissertação apresentada ao Mestrado em zootecnia do Programa de Pós-Graduação em Produção animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de mestre em produção animal

Orientador: Patrícia de Oliveira Lima, Profa. Dra.

Co-orientador: Ricardo Henrique de Lima Leite, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R682e Raiol da Silva Fonteles, Uri Vanille.

EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DO EXTRATO DA SEMENTE
DO URUCUM EM COBERTURAS ATIVAS À BASE DE QUITOSANA

NA CARNE BOVINA / Uri Vanille Raiol da Silva
Fonteles. - 2019.

54 f. : il.

Orientador: Patricia de oliveira Lima.
Coorientador: Ricardo Henrique De Lima Leite.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal

Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Produção Animal, 2019.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

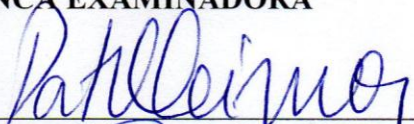
URI VANILLE RAIOL DA SILVA FONTELES

**EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DO EXTRATO DA SEMENTE DO URUCUM EM
COBERTURAS ATIVAS À BASE DE QUITOSANA NA CARNE BOVINA**

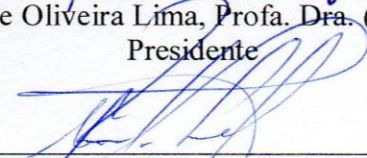
Dissertação apresentada ao Mestrado em zootecnia do
Programa de Pós-Graduação em Produção animal da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de mestre em produção animal

Defendida em: 22 / 02 / 2019.

BANCA EXAMINADORA



Patrícia de Oliveira Lima, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente



Ricardo Henrique de Lima Leite, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Maria Rociene Abrantes, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Jean Berg Alves, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, socorro presente na hora da angústia, a minha família, em especial ao meus pais, que aguentaram a distância e a saudade, porém não me impediram de seguir em frente.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fortalecer nos momentos difíceis para que eu conseguisse terminar este trabalho, o que considero como mais uma etapa vencida.

A CAPES, pelo concedimento de bolsa de estudo.

Aos meus pais e irmã, que mesmo longe, nunca me abandonaram e nem mediram esforços para que eu pudesse chegar até aqui. Amo vocês.

Ao meu esposo, melhor amigo e companheiro, por todo o apoio, amor, paciência e solidariedade inefável.

A minha tia Babá, por ter me acolhido como filha na sua casa durante esse mestrado.

Aos meus amigos Raquel, Allison e Elaine, companheiros da graduação para a vida. Juntos agrupamos forças, risos e choros para apoiar uns aos outros durante todo o mestrado.

Carla, Lucas e Paulinha, obrigada pela paciência e por ter dedicado uma parte do tempo de vocês para tornar possível a realização desse trabalho.

A Profa. Dra. Patrícia Lima, pela orientação, apoio e paciência desde a graduação, não medindo esforços para que tudo desse certo.

Ao Prof. Dr. Ricardo Leite, pela orientação, sempre disponível para ajudar.

A todos os professores e demais que contribuíram de forma direta ou indiretamente para que o trabalho acontecesse.

Muito Obrigado!

RESUMO

A carne passa por diversos processos passivos de contaminações, sendo importante a busca por conservantes eficientes e que não causem danos à saúde do consumidor. Sendo assim, os usos de coberturas ativas com extratos naturais podem vir a agregar um valor ao produto e ainda elevar a sua vida de prateleira. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da incorporação do extrato da semente do urucum em coberturas ativas à base de quitosana na carne bovina. Para a realização da pesquisa a carne foi submetida aos tratamentos CO: carne marinada com água destilada; CQ: carne acondicionada em cobertura à base de quitosana e glicerol; EU4%: carne acondicionada em cobertura à base quitosana, glicerol e 4% de extrato de urucum; EU8%: carne acondicionada em cobertura à base de quitosana, glicerol e 8% de extrato de urucum. Com relação caracterização dos filmes, foram feitas análises de espessura, solubilidade, absorção de umidade, PVA, tensão, deformação, absorção de luz, luminosidade, cor a^* , cor b^* e MEV, sendo possível observar uma redução da absorção de água e solubilidade dos filmes, nos tratamentos EU4% e EU8%, um dos fatores desejáveis quando se trabalha com carnes, pelo fato de liberarem bastante exsudado. Foram realizadas também análises microbiológicas de Coliformes a 45°C, contagem total de psicrotróficas, bactérias aeróbias mesófilas, *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* spp e físico-químicas de cor, textura, pH, CRA e PPC, as quais foram analisadas nos tempos zero, 2, 4, e 8 dias de armazenamento refrigerado a 4°C $\pm$ 1°. As carnes com os tratamentos obtiveram menores contagens microbiológicas quando comparadas com a carne controle, com destaque para o tratamento EU4% e EU8%, que se mostraram eficazes durante toda a vida de prateleira estudada. Com relação as análises físico-químicas os resultados foram satisfatórios com o uso dos tratamentos CQ, EU4% e EU8% bem como para as análises químicas de TBARS. Portanto, o uso das coberturas à base de quitosa e extrato de urucum se mostrou uma alternativa viável e eficaz para prover uma sanidade microbiológica e antioxidante mantendo as características físico-químicas quando se inseriu os tratamentos, durante toda a vida de prateleira, podendo minimizar a utilização dos antioxidantes sintéticos e conferir maior segurança a carne.

Palavras-chave: Conservação. Vida de prateleira. Refrigeração.

ABSTRACT

The meat goes through several passive processes of contaminations, being important the search for efficient preservatives and that do not cause damages to the health of the consumer. Therefore, the uses of active toppings with natural extracts can add value to the product and even increase its shelf life. Therefore, the objective of this research was to evaluate the effects of the incorporation of the annatto seed extract into active chitosan - based coatings in beef. For the research the meat was submitted to CO treatments: marinated meat with distilled water; CQ: meat wrapped in chitosan and glycerol-based coating; EU4%: meat wrapped in chitosan base cover, glycerol and 4% urucum extract; EU8%: meat packed in chitosan, glycerol and 8% urucum extract. With regard to the characterization of the films, analyzes of thickness, solubility, moisture absorption, PVA, tension, deformation, light absorption, luminosity, color a^* , color b^* and MEV were performed, being possible to observe a reduction of water absorption and solubility of the films, in treatments EU4% and EU8%, one of the desirable factors when working with meat, because they release a lot of exudate. Microbiological analyzes of Coliformes at 45 ° C, total psychrotrophic counts, aerobic mesophilic bacteria, *Staphylococcus* spp. and *Salmonella* spp and physicochemical color, texture, pH, WHC and CL, which were analyzed at times zero, 2, 4, and 8 days of cold storage at 4 ° C $\pm$ 1°. The meat with the treatments had lower scores microbiological tests when compared to control meat, with emphasis on the EU4% and EU8% treatments, which were effective throughout the shelf life studied. Regarding the physico-chemical analyzes, the results were satisfactory with the use of the CQ, EU4% and EU8% treatments as well as for the chemical analyzes of TBARS. Therefore, the use of chitosan-based toppings and urucum extract proved to be a viable and effective alternative to provide a microbiological and antioxidant health while maintaining the physicochemical characteristics when the treatments were inserted, during the whole shelf-life, being able to minimize the the use of synthetic antioxidants and enhance meat safety.

Keywords: Conservation. Shelf Life. Refrigeration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Microscopia Eletrônica de Varredura em t1. A: 2kw. B: 5kw.	40
Figura 2. Microscopia Eletrônica de Varredura em URU 4%. A: 2kw. B: 5kw.	40
Figura 3. Microscopia Eletrônica de Varredura em URU 8%. A: 1kw. B: 2kw.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição das coberturas de quitosana com diferentes concentrações do extrato da semente do urucum.	22
Tabela 2. Média da contagem de microrganismos mesófilos, psicrotróficos e staphylococcus durante armazenamento refrigerado em carne bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum.	29
Tabela 3. Médias de oxidação lipídica (TBARS) obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento.....	31
Tabela 4. Médias do pH obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento refrigerado	33
Tabela 5. Médias do CRA obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento refrigerado.....	34
Tabela 6. Médias do PPC obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento refrigerado.....	35
Tabela 7. Médias da FC obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento refrigerado	36
Tabela 8. Médias de L, a* e b* obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento refrigerado.....	38

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEORICO	15
2.1 CARNE BOVINA.....	15
2.2 CONSERVANTES NATURAIS	17
2.3 COBERTURAS ATIVAS COMESTÍVEIS	18
2.4 QUITOSANA.....	19
3 OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GERAL.....	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 PREPARO DO EXTRATO	21
4.2 PREPARO DA COBERTURA.....	21
4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS.....	22
4.3.1 Espessura.....	22
4.3.2 Propriedades mecânicas dos filmes.....	22
4.3.3 Matéria solúvel dos filmes	23
4.3.4 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)	23
4.3.5 Os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*)	23
4.3.6 A propriedade de barreira na região do UV/Vis	24
4.3.7 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	24
4.3.8 Absorção de umidade.....	24
4.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CARNE.....	25
4.4.1 pH.....	25
4.4.2 A cor (Sistema CIE $L^*a^*b^*$).....	25
4.4.3 Capacidade de retenção de água (CRA)	25
4.4.4 Perda de peso da cocção (PPC).....	26
4.4.5 Força de cisalhamento (FC)	26
4.4.6 Para o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).....	26
4.5 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA	26
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE BOVINA	28
5.2 OXIDAÇÃO LIPÍDICA (TBARS).....	30
5.3 ANÁLISES FÍSICAS DA CARNE BOVINA.....	32
5.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	32
5.3.2 Capacidade de retenção de água (CRA)	33
5.3.3 Perda de peso por cocção (PPC).....	35
5.3.4 Força de cisalhamento (FC)	36
5.3.5 Cor (L , a^* e b^*).....	36

5.4 CARACTERIZAÇÃO DOS FILMES A BASE DE QUITOSANA E EXTRATO DE URUCUM.....	39
5.4.1 Microscopia Eletronica De Varredura (MEV).....	39
5.4.2 Espessura, solubilidade, absorção de luz UV, absorção de umidade e permeabilidade ao vapor de água (PVA).	41
5.4.3 Ensaio mecânico de tensão e deformação.....	43
5.4.4 Absorção de luz UV, Luminosidade, cor a^* e cor b^*	43
6 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A aquisição de um alimento seguro com qualidade é o que o consumidor vem buscando, com ampla discussão nos últimos tempos, principalmente, com relação aos aspectos nutricional e sanitário (COSTA, 2014). Nesse sentido, na comercialização dos alimentos, é imprescindível que eles sejam seguros, e sem contaminações de nenhuma natureza (RIBEIRO; FRAVET, 2010).

A demanda por mudanças nos padrões nutricionais e os bens que trazem a adoção por uma alimentação saudável, impulsionaram fortemente todos os ramos responsáveis pela produção de alimentos, bem como, a busca por novos caminhos com relação a conservação dos mesmos. Devido ao processo de mudança e exigência desse consumidor é que se estende também uma pesquisa por conservantes naturais, incentivando as indústrias a diminuïrem o uso de aditivos químicos sintéticos (FAI, 2000).

Tendo em vista o amplo uso dos aditivos artificiais é que se tem a necessidade de avaliar cada vez mais a ação antimicrobiana de produtos naturais que surtam o devido efeito na carne e não causem problemas à saúde do consumidor. Nesse sentido, a quitosana, por ser um polímero natural, biodegradável e com grande capacidade de bloqueio do oxigênio, se mostrou eficiente em estudos de atividade antimicrobiana contra microorganismos de origem alimentar, aliado a sua baixa toxicidade (BATISTA, 2014). Esses estudos demonstram a capacidade antimicrobiana natural da quitosana, podendo ser usada na conservação da carne.

A quitosana deriva da quitina, existente nos resíduos de crustáceos e na parede celular de diversos fungos (KUNIYOSHI, 2012) que recentemente tem sido utilizada como revestimento comestível de produtos cárneos, pescados, frutas e hortaliças (SOARES et al, 2011).

A utilização de agentes que visam a prevenção oxidativa é uma técnica frequente na tecnologia de alimentos. A Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº. 23, de 15 de fevereiro de 2005, destaca um total de onze aditivos antioxidantes permitidos, usados nos alimentos gordurosos (ANVISA, 2005).

Habitualmente, os antioxidantes sintéticos mais usados são o BHA (Butil-hidroxianisol) e BHT (Butil-hidroxitolueno), porém, muito se tem questionado o fato de estudos que indicam efeitos tóxicos e cancerígenos que podem causar no organismo, e é por estes e outros fatores, que se faz o apelo por uso de aditivos naturais, que surtam as mesmas funções dos sintéticos usados comumente (BRASIL, 2009).

Os compostos fenólicos presentes nos frutos, folhas, sementes e raízes vêm sendo largamente estudados como fonte de antioxidantes naturais, e os fitoquímicos com maior abundância incluem os flavonoides, tocoferóis e ácidos orgânicos polifuncionais (MOREIRA e MANCINI FILHO, 2003).

Em meio a esse contexto, o uso de corantes oriundos de fontes naturais, como o extrato de urucum (*Bixa orellana* L.), um arbusto nativo da América tropical, e é usado de várias formas, com distintas funções, se destacando por despertar o interesse do consumidor no primeiro contato com o alimento, pois além de propiciar cor, uma das qualidades consideráveis na aceitação e escolha do alimento, apresenta características favoráveis à saúde humana, no controle de taxas de colesterol e diminuição dos níveis de triglicérides no sangue (GOLIN et al., 2013). É eficaz no combate aos radicais livres e possui função bactericida, se tornando uma alternativa viável do ponto de vista sanitário em substituição aos nitritos, a fim de manter as propriedades organolépticas da carne mesmo depois de resfriadas (BENEDETTI et al., 2011).

As embalagens e aditivos têm grande importância na conservação das carnes, que estão sujeitas a danos mecânicos e contaminações químicas e microbiológicas desde o momento pós abate, sendo inevitável a presença de microrganismos deteriorantes (SOARES et al., 2015).

O presente estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros microbiológicos, físicos e químico do uso do extrato da semente de urucum em coberturas à base de quitosana aplicadas na carne bovina, e ainda caracterizar a cobertura utilizada.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 CARNE BOVINA

A carne bovina é uma importante fonte de proteína animal para a dieta humana, pelo seu aporte de proteínas de alto valor biológico, vitaminas, minerais, além de características físico-químicas, tais como: suculência, sabor, maciez, firmeza, entre outros, o que a torna um alimento imprescindível na mesa do consumidor (LIMA JÚNIOR, 2012). A carne resulta de várias modificações em que o músculo passa após o abate do animal, com composições químicas de difícil definição, que sofrem influência da raça, espécie, sexo, idade entre outros fatores intrínsecos capazes de alterar a sua qualidade (ROTTA et al., 2009).

A vida de prateleira das carnes sofre influencia da temperatura em que ela é estocada, enzimas do próprio tecido animal, umidade, luz e, principalmente, a atuação de microrganismos, onde tais fatores causam mudanças no odor, no sabor, no aroma, na cor e na textura da carne, levando à deterioração da mesma (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A carne possui em sua composição proteínas miofibrilares insolúveis em água, que tem a responsabilidade de manter a sua estabilidade e qualidades organolépticas, e ainda é um alimento que fornece minerais como ferro, zinco, cobre, fósforo, potássio e magnésio, com quantidades de 75% de água, 22% de proteína, 1% ou mais de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos (ROÇA, 2012).

O controle da qualidade da carne é de grande importância para os produtores, para a indústria e para a rede varejista, que vêm buscando regulamentos próprios, que garantam um alimento estável e de qualidade, agregando um maior valor ao produto (REALINI et al., 2013).

Os consumidores modernos estão, a cada dia, tornando-se mais exigentes quanto aos produtos, onde escolhem o tipo de carne que será consumida a partir das aparências do primeiro contato, como cor, firmeza e quantidade de exsudato, e, além disso, surge uma maior preferência pelas que são livres de aditivos químicos, impulsionando produtores e indústrias a investirem cada vez mais em novas tecnologias que surtam melhorias na qualidade da carne bovina, e que atendam as exigências desse mercado (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A Organização Mundial da Saúde estabelece a higiene dos alimentos como sendo “as medidas tomadas que garantam ou reforcem a segurança dos alimentos destinados a consumo humano, abrangendo todas as linhas de produção”, onde a Resolução nº12 da ANVISA de 02 de janeiro de 2001 estabelece produtos com boas práticas sanitárias, os que possuem resultados analíticos iguais ou inferiores aos estabelecidos, e os que se apresentam fora dos limites estabelecidos podem ser considerados nocivos à saúde humana.

A carne é alimento abundante quando se trata de nutrientes, sendo estes vantajosos também para a multiplicação de microorganismos causadores de deterioração (AYMERICH et al., 2008). Vários fatores são capazes de alterar a microbiota da carne, como o pH, a atividade de água, a temperatura de estocagem e umidade, os compostos químicos presentes, o método em que o animal é abatido, o local, o modo em que a carne é distribuída e ainda as práticas de higiene adotadas (VIGNOTO et al., 2010).

A resolução RDC 12, de 02 de janeiro de 2001, estabelece para carnes cruas resfriadas apenas ausência de *Salmonella* em 25g de carne, que são bactérias Gram negativas, anaeróbias facultativas, pertencentes à família Enterobacteriaceae e que se desenvolvem em pH favorável de 6,5 a 7,5, e temperatura de 35 à 37°C. Porém, a contagem total de bactérias mesófilas e psicrotróficas podem indicar a qualidade ou não devido a falhas na manipulação em que essa carne foi submetida, comprometendo a sua vida de prateleira (BARRETO et al., 2014).

A qualidade físico-química das carnes é essencial no processo de transformação do músculo em carne, com valores de PH que variam de 7,3 a 7,5 (MAGNO, 2014), sendo de grande importância ressaltar que se os processos de produção do glicogênio, para gerar o ácido lático que atua na consequente queda do pH, ocorrerem em total sincronia a qualidade da carne não será comprometida (MACIEL et al., 2011).

A cor, é a característica onde o consumidor tem o primeiro contato na hora da compra, estando totalmente vinculada à quantidade de mioglobina, pH, maturidade, alimentação e sexo do animal (REZENDES, 2012). A determinação da cor é através das coordenadas L*(luminosidade), a* (teor de vermelho) e b*(teor de amarelo), onde as carnes que apresentam coloração com maior aceitabilidade estão nos valores de baixo L* e alto a* (CIE, 1976).

A capacidade de retenção de água (CRA) se caracteriza como a capacidade que a carne possui de reter a água quando aplicadas forças externas (FERNANDES de SÁ, 2004), é um fator de importância econômica e sensorial, onde quanto menor for a sua CRA, a carne

perderia mais peso durante o processo de resfriamento e estocagem, e ainda ficaria mais seca (OSÓRIO et al., 2009).

A perda de peso por cocção (PPC) quantifica a água e gordura perdida pela carne no processo de cozimento, sendo inversa a CRA. Com o processo do cozimento, ocorre a alteração das fibras do tecido, quando as proteínas se desnaturam com o calor (FONTAN et al., 2011).

A maciez ou textura da carne está relacionada com o rompimento das fibras durante a mastigação, sentida na hora do consumo, e sofre influencia da PPC e CRA que determinam quantidade de água presente nas fibras da carne (MONTE et al, 2012).

A oxidação lipídica é considerada uma das causas pelas quais ocorrem a deterioração das carnes, alterando suas qualidades físicas e microbiológicas, havendo a formação do malonaldeído, que é nocivo a saúde humana (YOUSSEF et al., 2011). O teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) é capaz de quantificar o componente tóxico (LIMA JR. et al., 2013).

2.2 CONSERVANTES NATURAIS

O uso de antioxidantes naturais é importante a fim de evitar doenças de origem alimentar, e ainda apresentam uma gama de vantagens com relação aos conservantes comumente utilizados, e a principal delas é a eficácia, podendo apresentar potência semelhante a dos sintéticos. Um dos fatores que podem limitar esse uso, dependendo do conservante que será utilizado, são as quantidades, podendo alterar as características da carne (NAHAS, 2010).

A espécie *Bixa orellana* L., pertencente à família Bixaceae, mais conhecida como urucum, responsável por produzir as sementes utilizadas como matéria-prima para o corante alimentício natural (GARCIA et al., 2012). Dados têm mostrado que a América Latina está entre as principais produtoras mundiais do urucum (GARCIA, 2012).

A semente de urucum apresenta um pericarpo rico em bixina, que corresponde a mais de 80% dos carotenoides totais encontrados no urucum (GOLIN et al., 2013). Devido a intensidade das cores e da estabilidade frente às condições de processamento, os pigmentos da *B. orellana* são utilizados como condimentos e corantes de alimentos, sendo as sementes de urucum consideradas como uma eficiente fonte de antioxidantes naturais (GOLIN et al., 2013).

2.3 COBERTURAS ATIVAS COMESTÍVEIS

As coberturas aplicadas na superfície dos alimentos podem ser definidas como uma fina camada formada ou depositada em contato direto com o alimento, que age contra umidade, óleos e gases, retardando o ressecamento, a perda de cor e aroma, atuando como barreira (VARGAS et al., 2006).

As coberturas podem também agir como carreadoras de aditivos alimentícios, como antioxidantes e antimicrobianos, para a superfície do alimento, onde substâncias antimicrobianas são incorporadas às coberturas podendo controlar a contaminação microbiana (RIBEIRO et al., 2007).

Antioxidantes e antimicrobianos, ao serem incorporados a cobertura, podem apresentar ação mais efetiva do que quando aplicados diretamente no produto (LUCHESE et al, 2015). Isso porque além de inibir a atividade antimicrobiana por compostos dos alimentos, como proteínas e lipídeos, os agentes antimicrobianos migram gradativamente para a superfície, agindo de forma contínua, mantendo o alimento estável por mais tempo (OUATTARA, 2000).

Os filmes comestíveis apresentam variadas características e propriedades morfológicas, físicas e mecânicas, que vão de acordo com a formulação, presença de aditivos e quantidade de solução filmogênica adicionada. As características das coberturas são de espessura, que diz o quão uniforme é o material, propriedade esta intimamente ligada as propriedades mecânicas e permeabilidade ao vapor de água (ZAVAREZE et al, 2012).

A cor e opacidade são alteradas de acordo com que se alteram as composições utilizadas, sendo importante que estas não sofram modificações com os dias de armazenamento, para não comprometer a aceitação do produto pelo consumidor (FAKHOURI et al, 2012).

A solubilidade é o fator que vai influenciar na propriedade de barreira ao vapor de água dos filmes. Tornando-se necessário o uso de um material pouco solúvel em água a fim de obter baixa permeabilidade ao vapor de água (KAVOOSI et al., 2013).

A permeabilidade ao vapor d'água (PVA) é largamente estudada quando se trata de filmes e coberturas, pois expressa a propriedade de barreira entre o ambiente externo e o produto, assegurando-lhe uma maior estabilidade (ROMERO-BASTIDA et al, 2016).

As propriedades mecânicas incluem resistência à tração (σ , dada em MPa) que diz a força máxima em que o filme suporta, o alongamento na ruptura (ϵ , dada em %) que vai representar a capacidade do filme em distender, onde a resistência no ponto de ruptura do material expressa a tensão de ruptura, e o módulo de Young (E , dado em MPa/%) (SARANTÓPOULOS et al, 2002).

A microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) é a mais utilizada na avaliação da microestrutura do filme, reproduzindo em alta resolução, utilizando feixes de elétrons de pouca intensidade, pois os filmes possuem certa sensibilidade, podendo danificar a superfície.

2.4 QUITOSANA

A quitosana é um polímero não ramificado obtido a partir de desacetilação da quitina, obtida da extração de insetos e crustáceos, com propriedades antimicrobiana, transporta cargas positivas e é solúvel a um pH inferior a 6,0, e de acordo com que o pH se eleva o grupo amino da quitosana é desprotonado e o polímero vai perdendo carga se tornando insolúvel (AHMED; AHMAD; IKRAM, 2014).

As vantagens da quitosana para uso alimentar são de grande relevância, como a ação antimicrobiana, solubilidade, viscosidade, estabilidade e forma de filmes, (VARUM; SMIDSRØD, 2006)

A quitosana consegue absorver nutrientes que as bactérias necessitam para se desenvolverem, e ainda, a habilidade de se unir à água e inibir vários sistemas enzimáticos bacterianos, assegurando o seu uso em alimentos como um conservante natural quando aplicado como revestimento comestível (ABDOLLAHI, REZAEI, FARZI, 2012).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da incorporação do extrato da semente do urucum em coberturas ativas à base de quitosana na carne bovina.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as coberturas biodegradáveis a base de quitosana, com e sem o extrato da semente de urucum;
- Testar a aplicabilidade das coberturas na carne bovina refrigerada;
- Avaliar os efeitos dessas coberturas sobre a vida de prateleira da carne bovina
- Avaliar a influencia das coberturas sobre a qualidade da carne bovina.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A carne bovina foi adquirida embalada a vácuo e sob refrigeração no comércio de Mossoró (RN) apresentando selo de inspeção federal, sendo o corte cárneo, o contrafilé (*Longissimus dorsi*), que foi fracionado em bifes de aproximadamente 150 g cada, seguindo as normas de boas práticas (BRASIL, 2004). As sementes do urucum (*Bixa orellana* L.) foram adquiridas já secas. A quitosana utilizada foi da Polymar S.A. com grau de N-acetilação (17%) e massa molar ($9,2 \times 10^5$ g/mol).

As carnes foram separadas e submetidas aos tratamentos listados a seguir:

CO: carne marinada com água destilada;

CQ: carne acondicionada em cobertura de quitosana;

EU4%: carne acondicionada em cobertura de quitosana e 4% de extrato de urucum.

EU8%: carne acondicionada em cobertura de quitosana e 8% de extrato de urucum.

4.1 PREPARO DO EXTRATO

As sementes foram secas, moídas e peneiradas, e em seguida adicionadas à mistura de solventes (acetona, água, ácido acético glacial, 70:28:2% v/v) como previamente descrito por Michiels Kevers et al. (2012). Foi utilizada uma razão de 1:20 (gramas da semente peneirada por mL da mistura de solvente para a extração. Após seco, o resíduo foi homogeneizado nesse solvente por 2min usando um ultra-turrax TE-102. A mistura foi agitada (TE-424; Tecnal) por 1h a 50 rpm e $4 \pm 1^\circ\text{C}$ e depois centrifugado por 15min à 4000rpm e $4 \pm 1^\circ\text{C}$. O sobrenadante foi filtrado em papel (nº1, 125mm) e concentrada utilizando um evaporador rotativo por 140min a 45°C máximo. O sobrenadante concentrado foi liofilizado por 48 horas e armazenados até adicioná-los a cobertura.

4.2 PREPARO DA COBERTURA

A preparação das coberturas ocorreu no Laboratório de processos químicos (LPQ - UFERSA). As formulações das diferentes concentrações dos extratos estão representadas pela Tabela 1.

Tabela 1. **Composição das coberturas de quitosana com diferentes concentrações do extrato da semente do urucum (*Bixa orellana* L.).**

Tratamento	Quitosana	Glicerol	Extrato de urucum	Ácido acético à 2%	Água destilada
Controle	0	0	0	0	100
CQ	3%	0,6%	0	96,4	0
EU4%	3%	0,6%	4%	92,4	0
EU8%	3%	0,6%	8%	88,4	0

CO: carne marinada com água destilada; **CQ:** carne acondicionada em cobertura de quitosana; **EU4%:** carne acondicionada em cobertura de quitosana adicionada de 4% de extrato de urucum; **EU8%:** carne acondicionada em cobertura de quitosana adicionada de 8% de extrato de urucum.

Os componentes da solução foram mantidos por 24 horas sob agitação em agitador magnético. Em seguida os cortes cárneos foram imersos nas soluções por um tempo de 1 minuto, e o excesso foi escorrido por 1 minuto, para serem então depositados em bandejas de poliestireno e envolvidas com filme plástico de PVC e destinadas ao resfriamento.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS

4.3.1 Espessura

Utilizando-se um micrômetro digital, com precisão de 0,001 mm, através da média aritmética de 10 medidas aleatórias da superfície do filme (LUCHESE et al., 2015)

4.3.2 Propriedades mecânicas dos filmes

Tensão de ruptura (TR), alongação na ruptura (E) e módulo elástico (ME), serão determinadas através de teste de tração utilizando-se um EMIC GR001 (Par de garras auto travante por efeito de alavanca, simples estágio, para ensaios de tração capacidade máxima 500kgf). Foram cortadas amostras em tiras de (70x5 mm) a força e a distância foram registradas durante a extensão das tiras e filme à 0,8 mm/s até a ruptura. A tensão de ruptura e alongação, serão obtidas diretamente das curvas de tensão versus alongação. O ME corresponde ao coeficiente angular da parte linear da curva de tensão versus alongação. Os

testes foram realizados em triplicata.

4.3.3 Matéria solúvel dos filmes

Foi determinada segundo Gontard et al. (1994). Amostras do filme (diâmetro = 2 cm) foram imersas em 50 mL de água destilada e mantidas sob agitação mecânica utilizando-se uma câmara incubadora com agitação orbital por 24 h, a 25°C e 68 rpm. Após esse período as amostras serão secas em estufa à 60°C por 24 h. A matéria solúvel foi determinada com a equação:

$$MS = \left(\frac{ms_{inicial} - ms_{final}}{ms_{inicial}} \right) 100$$

Onde: MS = matéria solúvel em água (g/100 g de filme); $ms_{inicial}$ = massa seca inicial da amostras (g); ms_{final} = massa seca final da amostras (g) após incubação em água destilada.

4.3.4 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

Determinada de acordo com o método proposto pela ASTM- E96m (ASTM, 2010). As amostras foram cortadas em círculo (diâmetro = 5,3 cm) e fixadas em células contendo 50 g de sílica gel através de um anel perfurado. O sistema (célula+filme) foi colocado em dessecadores contendo água destilada e o mantidos em uma estufa BOD (Marconi, MA 415, São Paulo, Brasil) à 25 C ($\pm 0,2$ °C). O ganho de massa do sistema foi determinado durante o período de 8h, com intervalos de 1h. A PVA foi calculada utilizando-se a equação abaixo.

$$PVA = \frac{Gx}{t A e P_0 (R_1 - R_2)}$$

Onde: PVA = permeabilidade ao vapor de água (g mm/cm h kPa); x = espessura dos filmes 2 (mm); Ae = área exposta (32,15 cm); P0 = pressão de vapor de água na temperatura de 25 °C (3159 kPa); (R1 – R2) = diferença de umidade relativa (100); G/t (g/h) = coeficiente angular da regressão linear de reta de ganho de massa do sistema versus tempo.

4.3.5 Os parâmetros de cor (L*, a* e b*)

Determinada de acordo com Gennadios et al. (1996) utilizando-se um colorímetro

(HunterLab, Miniscan XE plus, Reston, EUA). Para a determinação do L^* , a^* e b^* os filmes serão sobrepostos sobre uma placa branca. A calibração do equipamento será realizada utilizando placas preta e branca como padrão ($L^* = 93,9$; $a^* = -0,8$ e $b^* = 1,2$).

4.3.6 A propriedade de barreira na região do UV/Vis

Determinada de acordo com Fang et al. (2002) utilizando-se um espectrofotômetro UV/Vis Biochrom (Libra S22, Cambridge, Inglaterra). Amostras dos filmes (10 cm de comprimento e 1,5 cm de largura) serão fixadas no lugar da cubeta, de modo que o feixe de luz passasse pela superfície dos filmes. Serão realizadas medidas da transmitância nos comprimentos de onda entre 200 e 800 nm.

$$\text{TRANSPARÊNCIA (\%)} = \frac{\text{ABS600}}{x}$$

Onde: ABS600 = absorbância do filme em 600 nm; x = espessura do filme (mm).

4.3.7 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A microestrutura da superfície e da seção transversal dos filmes foi avaliada utilizando-se microscopia eletrônica de varredura (TESCAN, modelo VEGA 3), aplicada a uma tensão de 15KV, com magnitude de 1Kx. As amostras de filme foram fixadas em suportes (stubs) de alumínio, com fita adesiva de carbono. Para conferir condutividade aos filmes, foram recobertas com uma camada de ouro de 5nm, em metalizador a vácuo, modelo Q150R, por 360 segundos, a 20 mA.

4.3.8 Absorção de umidade

A absorção de umidade foi realizada segundo a metodologia de (GHANBARZADEH; ALMASI; ENTEZAMI, 2011), onde os filmes foram cortados em pedaços de 2cm cada, e acondicionados em dessecador a 0% RH (sílica) num período de 24 horas. Após secos e pesados, os filmes foram colocados em dessecadores à 75% RH (solução saturada de NaCl) em temperatura ambiente por 24h, ou até a umidade ficar estável. A absorção de umidade foi

calculada na seguinte fórmula:

$$\% \text{ ABS} = [(M_f - M_i) / M_i] \times 100$$

Onde:

%ABS: percentual de absorção de umidade do filme;

Mf: massa final das amostras;

Mi: massa inicial das amostras.

4.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CARNE

As análises físico-químicas das amostras foram realizadas em triplicata, no tempo de armazenamento zero, e novamente após 2, 4, e 8 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$. Sendo estas realizadas no Laboratório de Análises Instrumentais e Sensoriais (LANIS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA.

4.4.1 pH

O pH das amostras foi determinado de acordo com a metodologia estabelecida pela (AOAC, 2005), utilizando-se um pHmetro digital HANNA®, acoplado a um eletrodo de penetração e mensurado diretamente na carne.

4.4.2 A cor (Sistema CIE L*a*b*)

Determinada mediante 3 leituras em 3 pontos distintos, utilizando-se um colorímetro Minolta Chroma Meter, CR-300;

4.4.3 Capacidade de retenção de água (CRA)

Obtida por diferença dos pesos (inicial – final), baseada na medição de perda de água liberada quando aplicada uma pressão sobre a amostra (HAMM, 1960).

4.4.4 Perda de peso da cocção (PPC)

Foram retiradas três porções do músculo (3,0 x 3,0 x 2 cm), as quais foram pesadas e em seguida assadas em um forno pré-aquecido a 170 °C até que a temperatura no centro geométrico da carne, monitorada mediante um termômetro digital até atingir 71 °C. Em seguida, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas. As perdas durante a cocção serão expressas em porcentagem (OSÓRIO; OSÓRIO 1998).

4.4.5 Força de cisalhamento (FC)

Foram utilizadas as amostras usadas para a PPC, sendo essas reutilizadas para a análise de FC, das quais serão retirados 02 cilindros por porção de carne cozida, no sentido das fibras, (totalizando 09 cilindros), com auxílio de um vazador de 1,27cm de diâmetro. A força de cisalhamento foi registrada em um texturômetro (HAMM, 1960).

4.4.6 Para o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Foi utilizado 0,5 g da carne bovina, com adição da solução estoque (ácido tiobarbitúrico a 0,375%, ácido tricloroacético a 15% e HCl a 0,25M), em que as amostras positivas apresentaram a cor rosa durante o aquecimento. A absorbância da solução foi determinada em 532nm contra o branco. A quantidade de TBARS foi expressa como miligramas de malonaldeído por kg de carne. (AMSA, 2012).

4.5 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Para as análises microbiológicas, as amostras de carne foram pesadas (25g) de forma asséptica e transferidas para sacos plásticos estéreis, onde foram acrescidos 225 mL de água peptonada tamponada estéril para posterior homogeneização em “Stomacher” durante 2 minutos, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} , a partir da qual foram obtidas as demais diluições decimais até 10^{-6} . Após a diluição, as amostras foram submetidas às técnicas para determinação do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes a 45° C, contagem total de

psicrotróficas, bactérias aeróbias mesófilas, *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* spp. utilizando a metodologia oficial brasileira para análises microbiológicas de alimentos (MAPA, 2003).

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias. Os efeitos dos diferentes tratamentos sobre cada variável serão comparados por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos foram conduzidos utilizando-se o SISVAR e ASSISTAT.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE BOVINA

Nesta pesquisa não foi detectada a presença de *Salmonella* spp. em nenhuma das amostras analisadas. De acordo com a Resolução RDC nº 12/2001, que determina ausência de *Salmonella* em 25 gramas do produto analisado, pode-se afirmar que a carne analisada estava de acordo com o padrão microbiológico estabelecido por Lei, sendo então adequada ao consumo humano.

A contagem de coliformes a 45°C apresentou o resultado de $1,1 \times 10^3$ g na amostra analisada.

No que se refere aos mesófilos, houve diferença entre os tratamentos, mostrando uma diminuição dos valores a medida com que foram inseridos os extratos, com diferença estatística em todos os tempos de avaliação quando se utilizou quitosana e extrato de urucum a 4 e 8%. Já com relação aos tempos avaliados, houve diferenças durante toda a vida de prateleira estudada, onde os menores valores foram expressos nos tempos 4 e 8 de avaliação, indicando o melhor efeito antimicrobiano do urucum nesse período, principalmente no tratamento EU8%.

Como explanado na Tabela 2 a seguir, as contagens de mesófilos tenderam a cair a partir do tempo 0 nos tratamentos com urucum a 4% e 8%, e ainda foi possível observar uma diminuição das contagens de mesófilos com o passar dos dias avaliados nestes respectivos tratamentos.

No que se refere aos psicrótrófos, assim como nos mesófilos houve diferença entre os tratamentos avaliados, mostrando uma diminuição dos valores de acordo com o que se inseriu os extratos em todos os dias de armazenamento. No que refere aos tempos de armazenamento, houve diferença estatística entre os tempos de armazenamento em todos os dias, mostrando que a quitosana sozinha, nesse caso, possui pouco efeito antimicrobiano.

No que se refere aos *Staphylococcus* spp, como mostra o Tabela 2 houve diferença estatística somente no dia zero entre tratamentos. Em todos os tempos, o uso do urucum aliado a quitosana se mostrou bastante efetivo, reduzindo o crescimento de *Staphylococcus* spp nas amostras desde o primeiro dia de avaliação.

O grupo CQ apresentou resultados altos somente no tempo 0, inibindo o crescimento do *Staphylococcus* nos demais tempos, que foram ausentes.

Tabela 2. Média da contagem de microrganismos mesófilos, psicrotrófico e *staphylococcus* spp durante armazenamento refrigerado em carne bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum.

TRATAMENTOS	ANÁLISE	DIAS				CV (%)
		0	2	4	8	
CO	Mesófilos	6,39 aB	7,39 aA	7,39 aA	7,39 aA	1,36
CQ		5,90 bC	7,39 aA	7,39 aA	6,39 aB	
EU4%		5,84 bA	5,63 bA	5,04 bB	4,99 bB	
EU8%		5,82 bA	5,32 cB	4,94 bB	4,84 cC	
CO	Psicrotróficos	6,39 aB	6,39 aB	6,39 aB	7,39 aA	4,03
CQ		4,73 bC	6,39aAB	6,00 aB	6,66 bA	
EU4%		4,54 bA	3,41 bB	3,38 bB	3,38 cB	
EU8%		4,40 bA	3,36 bB	3,03 bB	3,11 cB	
CO	<i>Staphylococcus</i> spp	3,57 aB	0 aC	0 aC	5,39 aA	0
CQ		2,82 bA	0 aB	0 aB	0 bB	
EU4%		0 cA	0 aA	0 aA	0 bA	
EU8%		0 cA	0 aA	0 aA	0 bA	

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas, onde ABCD: representam diferença entre os dias de armazenamento na linha, e abcd: diferença entre os tratamentos utilizados na coluna. Valores expressos em Log10UFC/g.

Borges et al. (2010) estudando atividade antibacteriana de extratos em linguiça frescal, obteve resultados bem superiores aos encontrados no presente estudo, com valores de 8,60 logUFC/g somente com o nitrato de sódio, e valores inferiores de 4,20 logUFC/g utilizando 30% do extrato, quando comparado com o obtido no presente estudo com menor valor utilizando o tratamento EU8% de 4,84 logUFC/g.

Valores estes superiores aos encontrados por Puga et al., (1999) avaliando carne bovina no método de maturação, onde a contagem de mesófilos esteve entre 2,7 logUFC/g e 2,8 logUFC/g, também abaixo do encontrado neste trabalho.

A importância da detecção desses microrganismos deve-se à característica de também serem indicadores de qualidade sanitária, pois a maioria dos microrganismos patogênicos se desenvolve em temperaturas entre 20°C e 45°C.

Segundo Bomar (1985), a avaliação da contagem total da superfície pode ser classificada em três níveis: bom = até 6,7 log ufc/g; tolerável = de 6,7 a 7,7 log ufc/g; impróprio = > 7,7 log ufc/g.

Puga et al. (1999) na avaliação microbiológica da carne bovina no método de maturação, encontrou valores de psicotróficos de 4,89 log UFC/g a 6,01 log UFC/g. A legislação brasileira não prevê parâmetros para contagem de psicotróficos, mas Roça, Serrano (1995) citam que a deterioração da carne tem seu início quando as contagens estão na faixa de 10^6 UFC/g, sendo estes resultados vistos nos tratamentos CO e CQ.

Fernandes et al. (2012) em experimento avaliando a estabilidade microbiológica de carne ovina sob refrigeração encontrou resultados de psicotrófico nas contagens de 14 a 28 dias de armazenamento bastante elevadas (acima de 10^7 UFC/g), semelhante ao encontrado por Nishi (2008), que, ao estudar a estabilidade de carne bovina embalada a vácuo em diferentes temperaturas (0, 2, 4, 7 e 10°C), verificou também resultados máximos de 10^7 UFC/g, sendo estes superiores aos encontrados neste estudo, com máximos de 10^6 UFC/g nos tratamentos CO e CQ, podendo sugerir uma ação satisfatória do extrato de urucum aliado a quitosana em microorganismos psicotróficos.

Rojas (2006) utilizando extratos das sementes de *Bixa orellana* contra os microrganismos, pode ver que os *Staphylococcus* possuem uma sensibilidade ao extrato. Corroborando com Gonçalves (2005), que observou uma atividade antimicrobiana eficiente do extrato para os *Staphylococcus*, resultado também observados no presente estudo.

Em pesquisa realizada por Silva (2010), utilizando quitosana na conservação de hambúrguer bovino, obteve-se a redução de forma significativa ao longo do tempo da quantidade de *Staphylococcus*, sendo a menor contagem de microrganismo ocorrida no 3º dia, com redução de 5 UFC/g. Segundo a autora, os resultados se mostraram satisfatórios, apontando o grande poder inibitório sob cepa de *S. aureus*, em hambúrgueres bovinos.

5.2 OXIDAÇÃO LIPÍDICA (TBARS)

A oxidação lipídica afeta componentes sensoriais como cor, sabor, odor e flavor da carne, em maior ou menor grau, onde os valores de TBARS obtidos no presente estudo estão apresentados na Tabela 4.

Os valores se mostraram decrescentes nos tratamentos EU4 E 8% em todos os dias de armazenamento, com diferenças significativas entre os tratamentos a partir do dia 2 de avaliação de vida de prateleira.

Em todos os períodos de tempo analisados, as amostras com urucum apresentaram menores valores em relação aos grupos controle e CQ, indicando seu potencial antioxidante. Com relação a vida de prateleira, houve diferença estatística em todos os dias de armazenamento nos tratamentos CO, CQ e EU8%

Tabela 3. Médias de oxidação lipídica (TBARS) obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento refrigerado.

TRATAMENTO	ANÁLISE	DIAS				CV
		0	2	4	8	
CO	TBARS	0,173 aD	0,353 aC	0,451 aB	0,556 aA	7,69
CQ		0,185 aC	0,285 bB	0,490 aA	0,330 aB	
EU4%		0,168 aA	0,166 cA	0,163 bA	0,206 cA	
EU8%		0,167 aAB	0,164 cAB	0,160 bB	0,206 cA	

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas, onde ABCD: representam diferença entre os dias de armazenamento na linha e abcd: diferença entre os tratamentos utilizados na coluna. Valores expressos em Log10UFC/g.

Segundo Fernandes et al. (2012) valores de TBARS até 1,59mg de malonaldeído/kg de amostra são considerados baixos, fato evidenciado em todos os tempos de avaliação.

Freitas Castro (2008) analisou o uso do extrato de urucum em substituição ao nitrito no controle da oxidação lipídica em hambúrgueres de peito de frango durante seu processamento térmico e armazenamento. A quantificação de malonaldeído (MDA) demonstrou que o uso deste aditivo inibe a oxidação lipídica em amostras grelhadas e armazenadas durante 120 dias a -18°C. A associação do urucum e vitamina E apresentou um efeito protetor, quando utilizados associados, durante o período de armazenamento desses produtos, sendo então o urucum utilizado como antioxidante.

Já Mercadante et al. (2010) avaliaram o uso individual de substâncias naturais (norbixina, caroteno, licopeno e zeaxantina) utilizadas como substituintes do antioxidante sintético eritorbato de sódio em salsichas formuladas com mistura de carnes bovina, suína e de frango. Embora todos os pigmentos tenham sido capazes de manter a estabilidade oxidativa do produto, a norbixina apresentou os maiores efeitos antioxidante, promovendo uma redução de aproximadamente 20% nos níveis de MDA, efeitos estes semelhantes aos encontrados no presente estudo no CQ, onde o uso da cobertura reduziu em média cerca de 19% da oxidação, e, quando adicionado o EU a cobertura, os resultados diminuíram em 40%

da oxidação, podendo estar relacionado ao mecanismo de ação antioxidante da quitosana e à sua capacidade de atuar como quelante de íons metálicos, melhorando sua ação com a junção ao EU (ALBUQUERQUE, et al., 2009).

Figueirêdo (2010) analisou o uso de urucum e eritorbato de sódio em hambúrgueres de carne suína, onde os resultados obtidos indicaram que a combinação desses elementos foi suficiente para reduzir a formação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico durante o tratamento térmico, melhorando assim a conservação dos hambúrgueres.

Cardoso (2011) realizou em sua pesquisa o uso de revestimentos comestíveis à base de gelatina, glicerina, quitosana e óleos essenciais para a conservação de carne bovina refrigerada, onde se concluiu que a aplicação desse revestimento mostrou efetividade na diminuição da perda de peso dos bifes e na diminuição da oxidação lipídica durante cinco dias de estocagem sob fotoperíodo, favorecendo também a manutenção da cor de carnes bovinas, reduzindo a oxidação do pigmento de O_2Mb a MMB durante o armazenamento, indicando que o uso da quitosana nesse revestimento auxiliou no processo de redução da oxidação lipídica em relação ao tempo analisado.

Maciel et al., (2012) analisaram um sistema inteligente de embalagens utilizando filmes de quitosana como indicador colorimétrico de temperatura, utilizando a quitosana contendo clorofila e aplicados como revestimento em papel cartão. Os autores explanam sobre o sucesso da pesquisa e as vantagens, que seriam a biodegradabilidade, simples fabricação e ser constituído de materiais naturais e seguros para o uso em contato com os alimentos, reduzindo assim os elementos químicos não naturais utilizados como conservantes e embalagens.

O uso da quitosana como antioxidante possui um universo vasto de possibilidades e formas de utilização em alimentos, e ainda o seu uso permite consórcio com vários outros componentes, apresentando sempre bons resultados de acordo como visto na literatura acima. Já o uso do extrato de urucum junto a quitosana, teve resultados bastante satisfatórios com relação a oxidação da carne.

5.3 ANÁLISES FÍSICAS DA CARNE BOVINA

5.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

No que se refere ao pH, houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados em todos os dias de armazenamento, onde os valores de pH diminuíram de acordo com o que se acrescentou a quitosana e o extrato de urucum a 4 e 8%. Com relação à vida de prateleira, houve um aumento gradativo do pH de acordo com que se passaram os dias de armazenamento, com os menores valores de pH no tratamento EU8% variando de 5,25 a 5,93, diferente do controle, com valores bem superiores de 5,89 à 7,57 no dia 8 de avaliação, apresentados na Tabela 5.

Tabela 4. Médias do pH obtidas em carne Bovina durante armazenamento refrigerado em carne bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum.

TRATAMENTOS	ANÁLISE	DIAS				CV (%)
		0	2	4	8	
CO	pH	5,89 aC	6,44 aB	6,62 aB	7,57 aA	1,83
CQ		5,86 aC	6,07 bBC	6,14 bB	6,45 bA	
EU4%		5,50 bB	5,83 bcA	5,93 bcA	6,01 cA	
EU8%		5,25 cC	5,61 cB	5,77 cAB	5,93 cA	

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas, onde ABCD: representam diferença entre os dias de armazenamento na linha e abcd: diferença entre os tratamentos utilizados na coluna.

De carli (2015), estudando a conservação da carne suína, percebeu variação de pH de 4,9 à 7,89, resultado semelhante ao obtido no presente estudo.

Um pH perto da neutralidade, isto é, entre 6,5 e 7,5 favorece uma maior proliferação da maioria dos microorganismos, e uma evolução do pH durante o tempo de estocagem sob refrigeração é esperado, pois se deve ao metabolismo dos microorganismos proteolíticos (SHAHIDI, 2004).

Pacheco (2014) trabalhando com a bixina (*Bixa orellana* L.) em produtos cárneos, obteve valores de pH entre 5,66 e 5,79, valores estes que se assemelham aos encontrados no tratamento com 8% do extrato de urucum, e quanto maiores forem os valores do pH, a carne virá a sofrer alterações mais rapidamente, como uma retenção de água maior e vida de prateleira mais curta, afetando também a estabilidade de muitos corantes naturais.

Os valores de pH dos tratamentos CQ E EU estão dentro dos resultados que indicam uma carne de boa de qualidade até o dia 4 de avaliação, havendo um aumento gradativo com diferenças significativas no dia de avaliação seguinte.

5.3.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Os resultados obtidos para capacidade de retenção de água, apresentados na Tabela 5, mostra que houve diferenças estatísticas entre os tratamentos somente no dia 8, com um aumento do CRA de acordo com o que se inseriu o EU nos dias 0 e 2. Com relação aos dias de armazenamento, foram observados aumentos da CRA de acordo com o que se passaram os dias de avaliação, e uma redução no dia 4 quando se adicionou EU8%.

Tabela 5. Médias do CRA obtidas em carne Bovina durante armazenamento refrigerado em carne bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum.

TRATAMENTOS	ANÁLISE	DIAS				CV (%)
		0	2	4	8	
CO		57,76 aB	75,64 aA	79,03 aA	81,41 aA	
CQ		55,78 aB	67,51 aAB	69,56 aA	75,28 aA	
EU4%	CRA	60,93 aA	69,83 aA	71,95 aA	61,91 bA	8,66
EU8%		65,51 aB	71,83 aAB	66,97 aAB	75,59 aA	

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas, onde ABCD: representam diferença entre os dias de armazenamento na linha e abcd: diferença entre os tratamentos utilizados na coluna. Valores expressos em Log10UFC/g.

Fernandes (2008), obteve resultados de CRA variando de 71,37 a 73,05% quando trabalhou com carne bovina, resultados estes semelhantes aos encontrados no presente estudo, de 55,78 a 75,59% quando se adicionaram os tratamentos, mostrando que a adição das coberturas com quitosana e EU não causam alterações significativas na capacidade da carne em reter água, mantendo assim a sua suculência.

A capacidade de retenção de água (CRA) da carne está diretamente ligada ao teor de gordura presente nela e, principalmente, à velocidade de queda do pH durante a glicólise post-mortem (LAWRIE, 2005).

A principal causa de deterioração das carnes é a oxidação lipídica e de microorganismos, que leva a deteriorização das proteínas, causando uma deterioração da textura e perda da capacidade de retenção de água (CRA), e quanto mais instalada a oxidação e mais alta for a produção de malonaldeído, o CRA tende a cair (KULIG et al., 2017; DAI et al., 2014). Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo, onde houve uma diminuição da oxidação de acordo com o que se inseriu a quitosana e EU, e consequentemente houve um aumento da CRA.

Zegarra (2017), estudando filmes de quitosana com a adição do extrato de acerola obteve valores de CRA de 84,5%, atribuindo os resultados a ação ao filme de quitosa e ao

extrato utilizado, ajudando a reter a água contida em sua estrutura, o que também pode justificar a manutenção dos valores de CRA no presente estudo, onde os tratamentos utilizados foram capazes de manter a CRA até o ultimo dia de avaliação.

5.3.3 Perda de peso por cocção (PPC)

Os resultados de perda de peso por cocção para as amostras de carne estão representadas na Tabela 7. Com relação a vida de prateleira, houve diferença estatística entre os dias de avaliação, quando se adicionou a cobertura de quitosana e extrato da semente de urucum.

Tabela 6. Médias do PPC obtidas em carne Bovina durante armazenamento refrigerado em carne bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum.

TRATAMENTOS	ANÁLISE	DIAS				CV (%)
		0	2	4	8	
CO	PPC	36,30aA	35,31 aA	42,27 aA	36,19 bA	10,63
CQ		36,02 aA	33,50 aA	34,99 abA	32,78 abA	
EU4%		15,28 bB	32,81 aA	17,94 cB	39,39 abA	
EU8%		17,92 bC	36,05 aAB	29,51 bB	40,79 aA	

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas, onde ABCD: representam diferença entre os dias de armazenamento na linha e abcd: diferença entre os tratamentos utilizados na coluna. Valores expressos em Log10UFC/g.

A perda de peso por cocção está diretamente ligada a CRA, de modo que são iversamente proporcionais, onde quanto maiores forem a PPC, há uma indicação de diminuição da CRA (BIANCHINI et al., 2007).

A explicação do fato de haver uma diminuição de alguns valores da PPC nos tratamentos com 4% e 8% do extrato de urucum é devido a capacidade antioxidante que os extratos utilizados possuem (MORRISEY et al., 1998), e outro fator é que as coberturas com quitosana também podem atuar como barreira contra perda de água, mantendo o peso e melhorando a qualidade da carne, sendo atribuído na maioria das amostras com revestimento e extrato, que obtiveram menores valores de perda de peso por cocção do que os controles (BIANCHINI, 2007).

5.3.4 Força de cisalhamento (FC)

Para a força de cisalhamento, os resultados para as amostras de carne estão representadas na (Tabela 8), sendo observada diferença estatística entre os tratamentos nos dias 0, 2 e 4 de armazenamento, com valores mínimos de 2,46; 2,28; e 2,21 respectivamente, no tratamento EU8%. No dia 8, houve diferença estatística entre os tratamentos, com valores crescentes de acordo com o que se inseriu os extratos, sendo observado o menor valor no controle com 1,70. Com relação a vida de prateleira, houve diferença estatística em todos os dias de avaliação para todos os tratamentos, onde a FC diminuiu com o aumento dos dias de armazenamento, com os menores valores contidos no dia 8 de avaliação.

Tabela 7. Médias da FC obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento refrigerado.

TRATAMENTOS	ANÁLISE	DIAS				CV (%)
		0	2	4	8	
CO	FC	4,82 aA	4,12 aB	3,68 aC	1,70 bD	6,14
CQ		3,80 cA	3,33 bB	3,00 bC	2,41 aC	
EU4%		3,14 bA	3,07 bA	3,19 bA	2,47 aB	
EU8%		2,46 dAB	2,28 cAB	2,21 cB	2,68 aA	

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas, onde ABCD: representam diferença entre os dias de armazenamento na linha e abcd: diferença entre os tratamentos utilizados na coluna. Valores expressos em Log10UFC/g.

Assis (2014), avaliando os parâmetros físicos da carne de cabrito, obteve valores de médios de 2,50 Kg-f, valores estes que se assemelham aos obtidos com carne bovina e o uso da cobertura, que tiveram valores mínimos de 2,46 kg-f logo no primeiro dia de avaliação, podendo ser atribuída a maciez aos tratamentos utilizados.

Espera-se que o tempo em que a carne fica armazenada, juntamente com o seu processo de maturação, influencie significativamente na diminuição dos valores de FC, fato este observado no presente estudo, onde o dia 8 de avaliação comportou os menores valores de FC, chegando a 1,70 kg-f (MONSÓN et al., 2004), sendo a maciez da carne um dos mais importantes atributos para satisfazer o consumidor.

5.3.5 Cor (L, a* e b*)

Os resultados para cor L, a^* e b^* das amostras de carne estão representadas na Tabela 8.

Para os valores de L, foi possível observar diferença estatística entre os tratamentos CO e CQ com EU4% e EU8% em todos os dias de avaliação, onde houve uma diminuição de luminosidade de acordo com o que se inseriu os extratos com a quitosana nos dias 0 e 2 de avaliação, e um aumento nos dias 4 e 8 de avaliação no EU4 e 8%, com valor mínimo de 57,46 no controle, e máximo de 74,27. Para a vida de prateleira, houve diferença estatística em todos os dias de avaliação para todos os tratamentos, onde a L diminuiu com o aumento dos dias de armazenamento no CO e CQ, e se manteve quase que constante no EU4% e EU8% em todos os dias de avaliação, com os maiores valores de L no dia 2 de avaliação.

Para os valores de a^* , foi possível observar diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, com diminuição dos valores no dia 0 de avaliação de acordo com o que se inseriu os extratos, e aumento dos valores nos dias 2, 4 e 8 de avaliação. Com relação à vida de prateleira, foi possível observar uma queda dos valores de a^* com o passar dos dias de armazenamento no CO e CQ, e um aumento nos dias 2 e 4 de avaliação no EU4% e EU8%.

Já para a cor b^* , houve diferença estatística entre os tratamentos em todos os dias de avaliação, com aumento dos valores em todos os dias de armazenamento de acordo com o que se inseriu a quitosana e o extrato de urucum a 4 e 8%. Para a vida de prateleira, houve diferença estatística em todos os dias de avaliação para todos os tratamentos, onde os maiores valores foram observados com 2 dias de armazenamento em todos os tratamentos utilizados, e no dia 4 de armazenamento no EU8%.

Tabela 8. Médias de L, a* e b* obtidas em carne Bovina com cobertura à base de quitosana e extrato de urucum durante armazenamento refrigerado.

TRATAMENTOS	ANÁLISE	DIAS				CV (%)
		0	2	4	8	
CO	Cor L*	70,55 aA	68,53 Ab	65,46 cC	57,46 cD	0,81
CQ		69,58 abA	68,30 aB	66,80 bC	64,55 bD	
EU4%		68,74 bB	74,27 bA	68,58 aB	68,14 aB	
EU8%		68,39 bB	73,65 bA	69,12 aB	68,32 aB	
CO	Cor a*	4,68 aA	3,78 bB	1,68 dC	1,67 bC	7,98
CQ		4,84 aA	3,36 bB	2,66 cC	2,13 bC	
EU4%		2,49 bC	5,39 aA	5,86 bA	4,21 aB	
EU8%		2,98 bC	4,62 bB	6,55 aA	4,69 aB	
CO	Cor b*	7,40 bC	10,53 bA	6,62 bD	8,67 aB	4,42
CQ		7,56 abB	10,25 bA	7,47 bB	7,54 bB	
EU4%		7,86 abC	11,70 aA	9,36 aB	8,24 abC	
RU8%		8,31 aC	10,91 abA	10,04 aB	8,56 aC	

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas, onde ABCD: representam diferença entre os dias de armazenamento na linha e abcd: diferença entre os tratamentos utilizados na coluna. Valores expressos em Log10UFC/g.

O valor de L* mede a luminosidade, variando de 0 (preto) para 100 (branco). O valor de a* mede a variação entre a cor verde e a vermelha, e o valor de b* mede a variação entre o azul e o amarelo (SHIMOKOMAKI, 2006 HUNTER LAB, 2008).

Fernandes et al. (2012) estudando os componentes do urucum na carne, obteve valores de luminosidade (L*) reduzidos, com valores máximos de 38,65, sendo estes bem abaixo dos encontrados no presente estudo, de 74,27 no tratamento URU4%. Um dos fatores que podem influenciar na redução da luminosidade é o tempo de armazenamento, sendo possível observar uma redução dos valores de (L*) em praticamente todos os tratamentos, podendo também estar atrelada a oxidação dessa carne (FERNANDES et al., 2012).

Com relação a intensidade de vermelho (a*) da carne, Moraes et al. (2017) trabalhando com a estabilidade da cor de carne bovina revestida com biofilme à base de quitosana, notou um decrescimento nos valores de a* do controle do que nos tratamentos utilizados, fato este que corrobora com o presente estudo nos dias 0 e 2 de avaliação, sendo possível notar que a partir do dia 2 houve uma uniformização dos valores de a*, com decrescimento no tratamento controle (CO).

Suman et al. (2010) estudando a carne bovina moída com cobertura de quitosana, também encontrou os maiores índices de vermelho nas carnes envoltas com a cobertura, quando comparadas com o controle, corroborando com os valores encontrados no presente estudo.

Essa manutenção do vermelho (a^*) pode ser atribuída a ação do revestimento na inibição da conversão de O2Mb em Mb⁺, e ainda aos carotenóides presentes no extrato da semente do urucum (CARDOSO et al., 2016).

O valor de b^* sofre influencia pela presença de betacaroteno na gordura, então valores altos de b^* pode indicar maior aptidão na deposição de betacaroteno (SOUZA et al. 2004), fato não ocorrido neste estudo quando houve a inserção da cobertura e extrato, podendo ser atribuído esse valor da intensidade de amarelo aos carotenóides do urucum.

Bae et al. 2014 estudando a carne de frango acondicionada em biofilme de quitosana e extratos obteve valores de 6,46 a 10,19, valores estes que se assemelham aos obtidos no presente estudo, onde o pico máximo do cromo b^* foi no dia 2 de armazenamento, e em seguida houve um decréscimo de acordo com o que se passaram os dias de armazenamento, podendo ser pela oxidação lipídica que ocorre com o passar dos dias.

Já Pacheco (2014) Avaliando a substituição do nitrito por bixina em carnes, obteve valores bem superiores ao presente estudo, de 11,26 a 22,82 nas amostras com a bixina, indicando uma menor tendência ao amarelo. Carnes com valores de b^* baixos são mais estáveis, pois ocorre uma redução nos percentuais de O2Mb na superfície da carne, o que ocorreu no presente estudo a partir do dia 2 de armazenamento ficando evidente a ação da cobertura à base de quitosana e extrato de urucum na estabilidade da cor da carne (CARDOSO, 2011).

5.4 CARACTERIZAÇÃO DOS FILMES A BASE DE QUITOSANA E EXTRATO DE URUCUM.

5.4.1 Microscopia Eletronica De Varredura (MEV)

Com relação ao MEV, percebe-se que houve diferença entre as amostras, no qual ambas apresentaram superfície porosa. Os tratamentos com adição do extrato mostram a formação de vesículas, podendo ser devido à heterogeneidade do extrato de urucum no filme

de quitosana. A porosidade em filmes de quitosana é fundamental para definir aplicações práticas (ASSIS, 2003).

Muzzarelli et al., (2004) estudando a caracterização das microesferas em quitosana fornece informações semelhantes às encontradas no trabalho, com a presença das microesferas, tais como a presença de fissuras e poros.

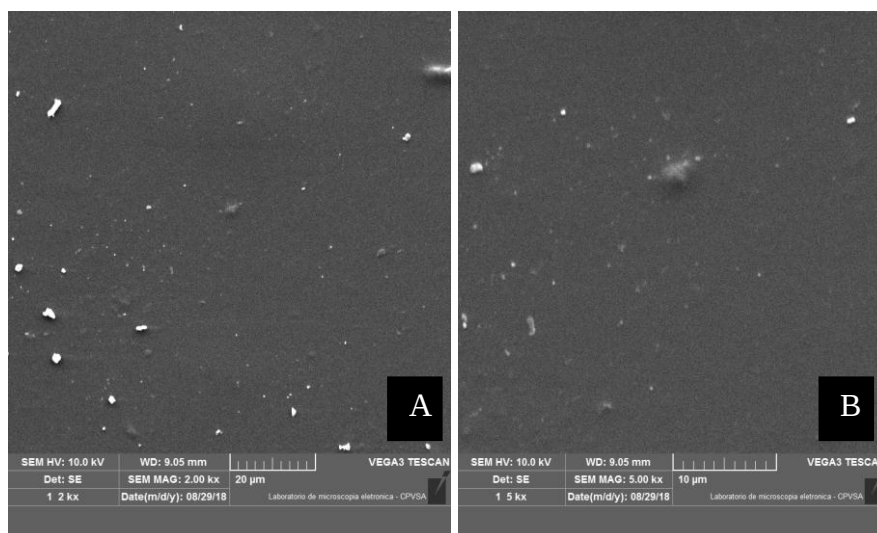


Figura 1. Microscopia Eletrônica de Varredura em t1. A: 2kw. B: 5kw.

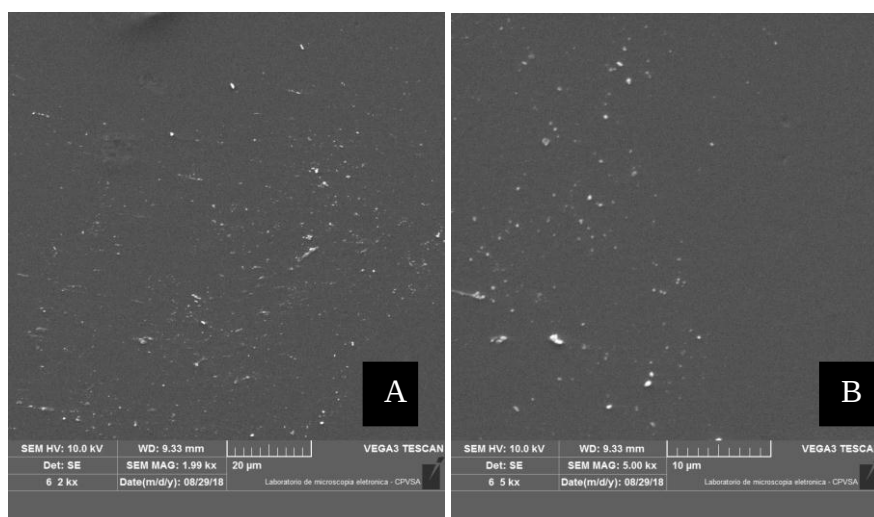


Figura 2. Microscopia Eletrônica de Varredura em EU 4%. A: 2kw. B: 5kw.

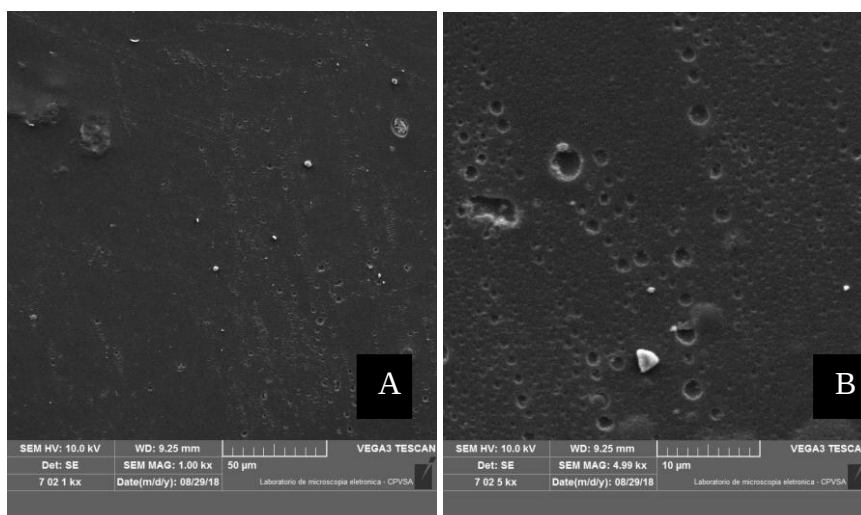


Figura 3. Microscopia Eletrônica de Varredura em EU 8%. A: 1kw. B: 2kw.

5.4.2 Espessura, solubilidade, absorção de luz UV, absorção de umidade e permeabilidade ao vapor de água (PVA).

Com relação à espessura, foi possível observar diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, com aumento dos valores de acordo com o que se inseriu os extratos.

Para a solubilidade não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos em todos os dias de avaliação, com menor solubilidade quando se inseriu 4% do extrato de urucum aos filmes de quitosana.

Com relação à absorção de umidade, houve diferença estatística entre os tratamentos, com diminuição dos valores de acordo com o que se aumentou a porcentagem do extrato de urucum.

Para a permeabilidade ao vapor de água, foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados, com uma maior PVA no tratamento com 4% do extrato.

Tabela 9. Valores médios da espessura, solubilidade, absorção de luz UV, absorção de umidade e PVA dos filmes à base de quitosana e extrato da semente do urucum.

ANÁLISES	TRATAMENTOS			CV %
	QUITOSANA	EU4%	EU8%	
ESPESSURA (mm)	0,07 c	0,11 a	0,10 b	6,32
SOLUBILIDADE (%)	41,67 a	37,02 a	40,33 a	5,22
ABSORÇÃO DE UMIDADE (%)	26,55 a	15,87 b	13,29 b	8,78
PVA (g.mm/h.m ² .Pa)	0,41 b	0,85 a	0,43 b	21,7

Com relação à espessura dos filmes, os valores obtidos no presente estudo foram inferiores aos encontrados por Liu et al. (2014) ao estudar as propriedades físico-químicas, mecânicas e térmicas de filmes de quitosana que obteve resultados de 1,1.

Já os filmes de quitosana produzidos por Leceta et al. (2014) variaram de 0,060 a 0,068 e se comparados com os filmes produzidos neste trabalho, de 0,07 a 0,11 os valores do presente estudo foram superiores, porém não discrepantes.

Com relação à solubilidade foram obtidos valores de 41,67; 37,02; 40,33 respectivamente nos tratamentos com quitosana e com 4 e 8% do extrato de urucum, valores próximos aos encontrados por Hosseini et al. (2015) de 50%.

Pagno (2016) em trabalho avaliando filmes e coberturas biodegradáveis com propriedades antioxidantes e antimicrobianas obteve valores de 8,2 a 43,1, valores estes referentes aos encontrados no presente estudo. A bixina, um componente do urucum, é um carotenoide constituído por nove ligações duplas conjugadas e dois grupos carboxílicos, estrutura responsável pela sua propriedade antioxidante e baixa solubilidade.

A absorção de umidade obteve valores de 26,55; 15,87 e 13,29 respectivamente para os tratamentos controle e quitosana, com 4 e 8% da adição do extrato de urucum. Verificou-se uma queda da absorção de umidade nos filmes à base de quitosana com uma maior percentagem do extrato de urucum.

Ferreira (2012), em estudo da caracterização de filmes de quitosana com extrato e diferentes ceras de abelha, obteve resultados de umidade de 13% quando utilizou o tratamento com quitosana e cera de abelha, e somente com quitosana teve valores de 30 %, sendo estes semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Para a PVA, Santana et al. (2012) estudando a incorporação de urucum como aditivo antioxidante em embalagens biodegradáveis a base de quitosana, obteve valores de PVA de 0,03 a 0,06, resultados bem inferiores aos encontrados no presente estudo, sendo estes 0,41; 0,85 e 0,43. mMachado (2011), encontrou valores semelhantes utilizando embalagens de amido de mandioca, com resultados de 0,3 a 0,9.

Cordeiro et al. (2015) estudando o desenvolvimento e caracterização de filmes compósitos de quitosana obteve valores de PVA dos filmes que variaram entre 0,46 e 0,50, bem semelhantes aos encontrados no presente estudo, com valores de 0,4 a 0,8 nos tratamentos com quitosana e 4% do extrato de urucum respectivamente. A PVA e espessura estão intimamente ligados, onde nem sempre os filmes com menor espessura possuem uma menor PVA, valores estes que podem ser alterados pela presença de deformidades, aumentando assim a PVA com o aumento dos microfuros dos filmes.

5.4.3 Ensaio mecânico de tensão e deformação.

Com relação à tensão dos filmes, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, sendo possível observar uma maior tensão no tratamento com 8% do urucum.

Para a deformação, foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos em todos os dias de avaliação, com diminuição dos valores nos filmes com adição do extrato, com menor valor observado no tratamento com 4%.

Tabela 10. Valores médios dos ensaios mecânicos dos filmes à base de quitosana e extrato da semente de urucum.

ANÁLISES	TRATAMENTOS			CV %
	QUITOSANA	EU4%	EU8%	
TENSÃO	16,11 a	15,87 a	16,21 a	21,13
DEFORMAÇÃO	14,52 a	7,84 b	9,54 b	10,45

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados na linha (a,b,c e d).

Os valores de tensão no ponto de ruptura, e taxa de deformação no ponto de ruptura estão expressos na Tabela 11, sendo possível observar um pequeno aumento da tensão de acordo com o que se inseriu o extrato, que foi de 15,87 à 16,21 com 8% do extrato de urucum no filme de quitosana, valores estes bem superiores ao encontrados por Pagno (2016), onde obteve valores de 8,95. Santana et al. (2013) obtiveram valores semelhantes aos encontrados no presente estudo de 13,97 a 14,98 também utilizando o urucum nos filmes de quitosana.

Para a deformação, foi possível observar uma diminuição da deformação, com valores máximos de 14,52 no controle e mínimo de 7,84 com 8% da adição do extrato. Pagno (2016) obteve uma taxa de deformação para o filme de quitosana de 4,7 a 15,8. Já Santana et al. (2013), encontraram valores bem superiores, de 23,2 a 23,9 de deformação quando comparado ao presente estudo.

5.4.4 Absorção de luz UV, Luminosidade, cor a* e cor b*

Na absorção de luz UV, não houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados, podendo-se observar que os filmes em que se inseriram os extratos obtiveram menores valores em % de absorção.

Para a luminosidade, houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados, com uma maior luminosidade no tratamento com 4% do extrato.

Na cor a*, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados, com um aumento do teor de vermelho de acordo com o que se inseriu o extrato, sendo o maior valor no tratamento com 8% do extrato.

Para a cor b*, foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados, onde foi observado um aumento na intensidade de amarelo quando se aumentou as concentrações do extrato de urucum.

Tabela 11. Valores médios de luminosidade, parâmetros de cor a* e b* dos filmes á base de quitosana e extrato da semente de urucum.

ANÁLISES	TRATAMENTOS			CV %
	QUITOSANA	EU4%	EU8%	
ABSORÇÃO DE LUZ UV (%)	2,56 a	1,70 a	1,50 a	4,79
COR L*	73,50 b	76,11 a	74,08 ab	1,61
COR A*	1,86 a	2,23 a	2,53 a	26,56
COR B*	32,90 b	37,08 a	39,19 a	3,31

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados na linha (a,b,c e d).

Com relação a absorção de luz UV, a adição dos extratos de urucum, juntamente com a quitosana levou a uma diminuição da transparência, e consequente bloqueio da absorção de luz na região UV.

Wang et al (2013) desenvolveram filmes de quitosana usando polifenóis e observou um aumento na opacidade com concentrações crescentes dos antioxidantes, resultando numa decrescente absorção de luz, com valores variando de 0,489 a 2.89, valores estes semelhantes aos encontrados no presente estudo, que foi de 1,50 a 2,56.

Martins et al (2012) relataram que um aumento de α -tocoferol em filmes à base de quitosana levou a uma melhoria da barreira do filme para UV, onde filmes com α -tocoferol a 0,2% e quitosana apresentaram o menor nível de transmitância na faixa, podendo ser excelentes barreiras para prevenir a oxidação lipídica induzida pela luz UV quando aplicada em sistemas alimentares

Os valores de L* tiveram um crescimento de acordo com o que se inseriu os tratamentos, variando de 73,50 a 76,11, sendo bem inferiores aos encontrados por Pagno et al. (2016), que obteve valores de L* de 93,4 a 95,4 em filmes com adição da bixina.

Bohórquez et al. (2016) em trabalho avaliando a cor de filmes de quitosana sob armazenamento, observaram uma redução significativa da luminosidade nos filmes com a inclusão da mistura de extratos e óleos essenciais. Maciel et al. (2012) obteve valores de luminosidade que variaram de 54,64 a 58,49, um pouco menores do que encontrados no presente estudo.

Para a cor a^* , Lobato et al. (2013) estudando as capsulas de quitona com bixina, valores de 6,01 e 13,54 nas coordenadas do CIELab, valores estes bem superiores aos encontrados no presente estudo. Maciel et al. (2012) avaliando os filmes de quitosana como embalagens, obteve valores semelhantes de 2,51 a 3,42, onde o aumento do parâmetro a^* indica um aumento da intensidade vermelha dos filmes e a diminuição do parâmetro a^* indica um aumento da intensidade verde.

A cor b^* obteve valores crescentes nas coordenadas de acordo com o que se inseriu o extrato, variando de 32,90 a 39,19, valores estes bem superiores aos encontrados por Maciel et al. (2012).

Pagno et al. (2016) encontraram valores semelhantes de 25,7, estudando filmes de mandioca com bixina. Lobato et al. (2013) obteve valores de b^* de 25,50 a 48,60 em trabalho também com bixina e quitosana.

6 CONCLUSÃO

O uso das coberturas à base de quitosana e extrato de urucum se mostrou uma alternativa viável e eficaz para prover uma sanidade microbiológica, ação antioxidante e melhoras nas qualidades físicas da carne bovina durante toda a vida de prateleira estudada.

Com relação as características do filme ativo formado, é possível concluir que o extrato do urucum como fonte de compostos antioxidantes incorporados à matriz de quitosana não causa alterações às propriedades mecânicas e de barreira dos filmes.

REFERÊNCIAS

- AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA – ANVISA, Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=14796&word=>>, Acessado em 24/09/18.
- AHMED, S.; AHMAD, M.; IKRAM, S. Chitosan: A Natural Antimicrobial Agent- A Review. *Journal of Applicable Chemistry*, v. 3, n. 2, p. 493-503, 2014.
- ALBUQUERQUE, R. B. et al. Perspectiva e potencial aplicação de quitosana como inibidor de *Listeria Monocytogenes* em produtos cárneos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, v. 10, n. 5, p. 260-274, 2009.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analyses chemists*. 16 ed. Arlington, 1995.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. E96-95: Standard test methods for water vapor transmission of materials. Philadelphia, 2010.
- ASSIS, Odilio BG; SILVA, Valmir L. da. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 13, n. 4, 2003.
- AYMERICH, T., PICOUE, P. A., MONFORT, J. M. Decontamination technologies for meat products. *Meat Science* v.78, p.114–129. 2008.
- BAE, Y. S; LEE, J. C.; JUNG, S.; KIM, H. J.; JEON, S. Y.; PARK, D. H.; JO, C. Differentiation of deboned fresh chicken thigh meat from the frozen – thawed one processed with different deboning conditions. *Korean Journal for food science of animal resources*, v. 34, n. 1, p. 73-79, 2014.
- BENEDETTI, S.; BRUNGERA, A.; RIZZATTI, R.; DICKEL, E. L.; BERTOLIN T. E. Partial replacement of nitrite by antioxidants and its effect on smoked sausage color. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, n.70, p.296-301, 2011.
- BOBBIO, F. O., BOBBIO, P. A. *Química do Processamento de Alimentos*. São Paulo: Livraria Varela, 2001.
- BOMAR, M. T. Rapid method for the determination of bacterial surface contamination in carcasses. *Alimenta*, v. 24, p.55-57, 1985.
- BORGES, C. H. F.; ALMEIDA, D. A.; FRAGIÖRGE, E. J. Atividade antibacteriana e antifúngica de diferentes concentrações de extratos hidroalcoólicos de própolis (ehp) em lingüiça fresca suína. *FAZU em Revista*, n. 06, 2010.
- BRASIL, FOOD INGREDIENTS. Dossiê Antioxidantes. *Revista Food Ingredients*, n. 6, p. 16-30, 2009.

CAMPÊLO, M. C. S. Uso de conservadores naturais na elaboração de carne de sol com teores reduzidos de cloreto de sódio. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

CARDOSO, G. P. Revestimentos comestíveis à base de gelatina, glicerina, quitosana e óleos essenciais para conservação de carne bovina refrigerada. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2011.

CARDOSO, G.P.; DUTRA, M.P.; FONTES, P.R.; RAMOS, A.L.S.; GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M. Selection of a chitosan gelatin-based edible coating for color preservation of beef in retail display. *Meat Science*, Amsterdam, v.114, p.85-94, 2016.

CASTRO, W. F.; MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. The effects of colorifico on lipid oxidation, colour and vitamin E in raw and grilled chicken patties during frozen storage. *Food Chemistry*, v. 124, n. 1, p. 126–131, 2011.

CORDEIRO, C. S. Utilização de revestimentos comestíveis para conservação de carne ovina in natura. 2018.

COSTA, C.K. Estudo fitoquímico de bixa orellana, bixaceae aplicação de óleo em formulação cosmética. 2007. 98f.Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) –Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

DAI, Y; LU, Y.; WU, W.; LU, X. M.; HAN, Z. P.; LIU, Y.; DAI, R. T. Changes in oxidation, color and texture deteriorations during refrigerated storage of ohmically and water bath-cooked pork meat. *Innovative Food science and emerging technologies*, v. 26, p. 341-346, 2014.

DE CARLI, E. M.; PALEZI, S. C.; ZOZ, M.; FRIES, L. L. ÁCIDOS ORGÂNICOS E IRRADIAÇÃO UV-C: MÉTODOS COMBINADOS DE CONSERVAÇÃO DA CARNE SUÍNA. In: *Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos*. 2015.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S. et al. Condições higiênicas sanitárias da carne de sol comercializada no município de Cruz das Almas, Bahia e detecção de cepas com resistência antimicrobiana. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 35, p.1311-1322, 2014.

FANG, Y.Z.; YANG, S.; WU, G. Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*. 2002, 18, 872–879.

FAKHOURY, F.M.; MARIA MARTELLI, S.; CANHADAS BERTAN, L.; YAMASHITA, F.; INNOCENTINI MEI, L.H.; COLLARES QUEIROZ, F.P. Edible films made from blends of manioc starch and gelatin—influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties. *LWT Food Sci. Technol.* 2012.

FERNANDES DE SÁ, E.M. A influência da água nas propriedades da carne. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.325, p.51-54, 2004.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M., HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E. A., TULLIO, R. R.; PERECIN, D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes

dietas, em confinamento. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, p. 139-147, 2008.

FERNANDES, R. P. P.; FREIRE, M. T. A.; GUERRA, C. C.; CARRER, C. C.; BALIEIRO, J. C. C.; TRINDADE, M. A. Estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de carne ovina embalada a vácuo estocada sob refrigeração. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 724-729, Apr. 2012.

FERREIRA, Andreia Filipa Sousa. **Filmes à base de quitosana enriquecidos com extratos de bagaço de uva**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.

FIQUEIRÊDO, B. C. Estudo da adição do urucum e eritorbato de sódio sobre a oxidação lipídica em carne suína. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

FREITAS CASTRO, W. Avaliação do efeito protetor do colorífico como antioxidante natural na oxidação lipídica em carne de frango. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FONTAN, R. C. I. et al., Influência do tipo de carne, adição de fosfato e proteína texturizada de soja na perda de peso por cocção e redução do tamanho de hambúrgueres. Alim. Nutr., v. 22, n. 3, p. 429-434, 2011.

GHANBARZADEH, B; ALMASI, H; ENTEZAMI, A. A. Improving the barrier and mechanical properties of corn starch-based edible films: Effect of citric acid and carboxymethyl cellulose. Industrial crops and products, v.33, n. 1, p. 229-235, 2011.

GARCIA, C. E. R.; BOLOGNESI, V. J.; DIAS, J. D. F. G.; MIGUEL, O. G.; COSTA, C. K. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. Ciência Rural, v. 42, n. 8, 2012.

GOLIN, S. D.; GARCIA C. E. R.; BARREIRA, S. M. W.; BEDNARCZUK, V. O.; STRAPASSON, G. C.; ZUCHETTO, M.; MIGUEL, O. G. Concentration of bixin in two varieties of *Bixa orellana* L. cultured in Paraná. Visão Acadêmica, v. 14, n. 4, p.37-48, 2013b.

GÓMEZ-ESTACA, J. et al. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. Food Hydrocolloids, Spain, 27, 889-896. 2010.

GONTARD, N.; DUCHEZ, C.; CUQ, J.L.; GUILBERT, S. Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapor permeability and other physical properties. International Journal of Food Science and Technology, v.29, n.1, p.39-50, 1994

GRUHN, E. Inulin-dietary fiber from chicory and fructose syrups processed thereof.

GONÇALVES, A. L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. Arquivos do Instituto Biológico, v. 72, n. 3, p. 353-358, 2005. Food Process, v.6, p.7.

HOSSEINI, F. et al. Preparation and functional properties of fish gelatin-chitosan blend edible films. *Food Chemistry*, 136, 1490-1495. 2013.

JARAMILLO, C. M.; SELIGRA, P. G.; GOYANES, S.; BERNAL, C.; FAMÁ, L. Biofilms based on cassava starch containing extract of yerba mate as antioxidant and plasticizer. *Starch/Stärke*. 67, 2015, 780–789.

KULIG, D.; ZIMPOCH-KORZYCKA, A.; KRÓL, Ż.; OZIEMBŁOWSKI, M.; JARMOLUK, A. Effect of film-forming alginate/chitosan polyelectrolyte complex on the storage quality of pork. *Molecules*, v. 22, n. 1, p. 98, 2017.

KAVOOSI, G.; DADFAR, S. M. M.; PURFARD, A. M. Mechanical, Physical, Antioxidant, and Antimicrobial Properties of Gelatin Films Incorporated with Thymol for Potential Use as Nano Wound Dressing. *Journal of Food Science*. 78(2), 2013, E244–E250.

KUNIYOSHI, J.N. La Quitosana. *Revista de Química PUCP*, vol.26, n.1-2, 2012.

LAWRIE, R. A. *Ciência da carne*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LECETA, I.; ARANA, P.; GUERRERO, P.; DE LA CABA, K. Structure–moisture sorption relation in chitosan thin films. *Materials Letters*, v. 128, p. 125-127, 2014.

LEMO, ALANA ROCHA. Caracterização físico-química, bioquímica e avaliação da atividade antioxidante em genótipos de Urucueiros (*Bixa orellana* L.). 2008. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 5, n. 4, p. 351-358, 2012.

LIU, M.; ZHOU, Y.; ZHANG, Y.; YU, C.; CAO, S. Physicochemical, mechanical and thermal properties of chitosan films with and without sorbitol. *International journal of biological macromolecules*, v. 70, p. 340-346, 2014.

Lobato, K. B. d. S., Paese, K., Forgearini, J. C., Guterres, S. S., Jablonski, A., & Rios, A. d. O. (2013). Characterisation and stability evaluation of bixin nanocapsules. *Food Chemistry*, 141(4), 3906-3912.

LUCHESI, L.; FRICK, J. M.; PATZER, V. L.; SPADA, J. C.; TESSARO, I. C. Synthesis 96 and characterization of biofilms using native and modified pinhão starch. *Food Hydrocolloids*, 45. 2015, 203–210.

MACIEL, V. B. V.; YOSHIDA, C. M. P.; FRANCO, T. T. Development of a prototype of a colourimetric temperature indicator for monitoring food quality. *Journal of Food Engineering*, Essex, v. 111, n. 1, p. 21-27, 2012.

MACIEL, V. B.; FRANCO, T. T.; & YOSHIDA, C. M. Sistemas inteligentes de embalagens utilizando filmes de quitosana como indicador colorimétrico de temperatura. *Polímeros*, 2012.

MACHADO, B.A.S. Desenvolvimento e caracterização de filmes flexíveis de amido de mandioca com nanocelulose de coco. 2011. 161f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, BA.

MERCADANTE, A. Z.; CAPITANI, C. D.; DECKER, E. A.; CASTRO, I. A. Effect of natural pigments on the oxidative stability of sausages stored under refrigeration. *Meat Science*, v. 84, p. 718-726, 2010.

MARTINS, Joana T.; CERQUEIRA, Miguel A.; VICENTE, António A. Influence of α -tocopherol on physicochemical properties of chitosan-based films. *Food Hydrocolloids*, v. 27, n. 1, p. 220-227, 2012.

MUZZARELLI, C. et. al. Spraydrying of solutions containing chitosan together with polyuronans and characterisation of the microspheres, *Carbohydrate Polymers*, n. 57, p. 73-82, 2004.

MICHIELS, J. A.; KEVERS, C.; PINCEMAIL, J.; DEFRAIGNE, J. O.; DOMMES, J. As condições de extração podem influenciar grandemente os ensaios de capacidade antioxidante em matrizes alimentares de plantas. *Food Chemistry*, v. 130, n. 4, p. 986-993, 2012.

MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meta quality. *Meat Science*. 2004; 68: 565-602.

MONTE, A.L.S.M; GONSALVEZ, H.R.O; VILLARROEL, A.B.S; DAMACENO, M.N; CAVALCANTE, A.B.D ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.8, n.3, p11- 17, jul – set , 2012.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI FILHO, J. Lípidos em Alimentação e Nutrição. Laes & Haes, São Paulo, v. 01, p. 68-92, 2003.

NCCLS. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard—Eighth Edition. NCCLS document Ms -A8. Wayne, PA: NCCLS; 2003.

NAHAS, R., I. (2010). Natural antioxidants as food and beverage ingredients. In: Baines, D., Seal, R Natural food additives, ingredients and flavouring. Cambrigde, UK: Woodhead Publishing. p100-122.

OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; ROTA, E. Características sensoriais da carne ovina. In: Simpósio Paranaense de Ovinocultura, XIIº, Maringá, Paraná. p.102-116. 2009.

OUATTARA, B. et al. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, v. 62, n. 1, p. 139-148, Feb. 2000.

PACHECO, Samanta Daliana Golin. Uso do sal de bixina extraído do urucum (*Bixa orellana* L.) como substituinte do nitrito de sódio em produtos cárneos reestruturados. 2014.

PAGNO, C. H.; DE FARIAS, Y. B.; COSTA, T. M. H.; DE OLIVEIRA RIOS, A.; FLÔRES, S. H. Synthesis of biodegradable films with antioxidant properties based on cassava starch containing bixin nanocapsules. *Journal of food science and technology*, v. 53, n. 8, p. 3197-3205, 2016.

PUGA, D. M. U.; CONTRERAS, C. J. C.; TURNBULL, M. R. An evaluation of tenderization of forequarter bovine meat (triceps brachii) through methods of ageing and injection with acetic and lactic acids. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, p. 88-96, 1999.

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

RIBEIRO, C.; VICENTE, A. A.; TEIXEIRA, J. A.; MIRANDA, C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology*, v. 44, p. 63-70, 2007.

ROÇA, R.O.; SERRANO, A.M. Abate de bovinos, alterações microbianas da carcaça. *Higiene Alimentar*, v. 9, n. 35, p.8-13, 1995.

ROJAS, Jhon J. et al. Screening for antimicrobial activity of ten medicinal plants used in Colombian folkloric medicine: A possible alternative in the treatment of non-nosocomial infections. *BMC complementary and alternative medicine*, v. 6, n. 1, p. 2, 2006.

ROMERO-BASTIDA, C.A.; TAPIA-BLÁCIDO, D.R.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; VELÁZQUEZ, G.; RAMIREZ, A. Effect of amylose content and nanoclay incorporation order in physicochemical properties of starch/montmorillonite composites. *Carbohydrate Polymers*. 152, 2016, 351–360.

ROTTA, P. P., PRADO, R. M., PRADO, I. N., VALERO, M. V., VISENTAINER, J. V. & SILVA, R. R. (2009). The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22, 1718-1734.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C. Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades. 3ª ed. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267p.

SANTANA, M. C. C. B. D.; MACHADO, B. A. S.; SILVA, T. D. N. D.; NUNES, I. L.; DRUZIAN, J. I. The incorporation of annatto as antioxidant additive based biodegradable packaging chitosan. *Ciência Rural*, v. 43, n. 3, p. 544-550, 2013.

SHAHIDI F (2004) “quality of fresh and processed foods”, Springer Science & businezz media, 542, 74.

SOARES, N.F.F.; SILVA, D.F.P.; CAMILLOTO, G.P.; OLIVEIRA, C.P.; PINHEIRO, N.M.; MEDEIROS, E.A.A. Uso de revestimento comestível e conservação póscolheita de goiaba. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. 1, 2011.

SILVA, T. M. Aplicação de quitosana e óleo essencial de orégano (*origanum vulgare* L.) na inibição de *Staphylococcus aureus* em hambúrguer. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Nutrição), Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2010.

SOARES, K. M. de P. et al. Qualidade microbiológica de carne bovina comercializada na forma de bife. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, [s.l.], v. 22, n. 3-4, p.206-210, 2015. Editora Cubo Multimídia.

SEYFERT, M.; MANCINI, R. A.; HUNT, M. C.; TANG, J.; FAUSTMAN, C.; GARCIA, M. Color stability, reducing activity, and cytochrome c oxidase activity of five bovine muscles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 54, n.23, p.8919-8925, 2006.

SUMAN, S. P.; MANCINI, R. A.; JOSEPH, P.; RAMANATHAN, R.; KONDA, M. K. R.; DADY, G.; YIN, S. Packaging-specific influence of chitosan on color stability and lipid oxidation in refrigerated ground beef. *Meat Science*, Barking, v. 86, n. 4, p. 994-998, Apr. 2010.

VALDERRAMA BOHÓRQUEZ, Nathalia; ALGECIRA ENCISO, Néstor Ariel; ALBARACÍN HERNÁNDEZ, William. Efeito do armazenamento sobre a cor de filmes de quitosana. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 26, 2016.

VARGAS, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTINEZ, C. Quality of cold stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, v.41, p. 164-171, 2006.

VARUM, K. M.; SMIDSRØD, O. Chitosans. In: STEPHEN, A. M.; PHILLIPS, O.; WILLIAMS, P. A. *Food Polysaccharides and Their Applications*. Boca Ranton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2006. Cap. 14, p. 497-520.

VIGNOTO, V.K.C., CARMO, L.G., WOSIACKI, S. R. Efeito da maturação da carne na qualidade sanitária do Jerked beef. *Ci. Agr. Eng.*, v.16, n. 2, p. 89-95, 2010.

WANG, L.; Dong, Y.; Men, H.; Tong, J.; Zhou, J. Preparation and characterization of active films based on chitosan incorporated tea polyphenols. *Food hydrocolloids*, v. 32, n. 1, p. 35-41, 2013.

YASSUE-CORDEIRO, P. H.; ZANDONAI, C. H.; FERREIRA DA SILVA, C.; CARMARGO FERNANDES-MACHADO, N. R. Desenvolvimento e caracterização de filmes compósitos de quitosana e zeólitas com prata. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 25, n. 5, 2015.

YOUSSEF, E. Y., ROCHA GARCIA, C. E., FIGUEIREDO, B., SHIMOKOMAKI, M. Níveis residuais de sais de cura e seu efeito antioxidante em jerked beef. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 2, p. 645-650, 2011.

ZEOLA N. M. B. L.; SOUZA P. A.; SOUZA H. B. A.; SILVA SOBRINHO A. G.; BARBOSA J. C. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2007; 59(4): 1058-1066.

ZAVAREZE, E. R.; El HALAL, S. L. M; PEREIRA, J. M; RADÜNZ, A. L.; ELIAS, M. C.; DIAS, A. R. G. Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. *Braz. J. Food. Technol. Preprint Series*. 5, 2009.

ZEGARRA, M. D. C. C. P. Aplicação de filmes de quitosana aditivados com extrato de resíduo agroindustrial de acerola em sobrecoxa de frango. 2017.