

Descontaminação de cortes suínos com ácidos orgânicos comerciais, solução salina acidificada e luz ultravioleta

Decontamination pig carcasses of organic acids with commercial and saline acidified ultraviolet light

Eliane Maria De Carli^{1*}; Nelcindo Nascimento Terra²; Leadir Lucy Martins Fries²; Cristiano Ragagnin de Menezes²; Simone Canabarro Palezi³

Resumo

No Brasil o consumo de carne suína tem aumentado significativamente nos últimos anos devido, principalmente, às grandes campanhas de esclarecimento ao público, sobretudo em relação às questões de interesse para a saúde do consumidor. A qualidade da carne é o fator a ser controlado para que o consumidor possa usufruir dos benefícios. Muitas são as variáveis a serem controladas. Com o objetivo de reduzir a contaminação inicial e aumentar a vida útil da carne suína, foram realizados nove tratamentos com misturas de ácidos orgânicos, solução salina acidificada, exposição a luz ultravioleta e água a 80°C, durante 30 dias de estocagem, de barriga suína, sendo todas as análises realizadas em triplicatas. Foram realizadas contagens de micro-organismos aeróbios mesófilos, psicrotróficos, coliformes totais e fecais, *Salmonella*, determinação do pH e do número de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) avaliação sensorial. Evidenciou uma redução da contaminação dos cortes de barriga suína, com mistura de ácidos orgânicos, seguidos da exposição à luz ultravioleta por 1 minuto. Em relação ao pH os tratamentos em que foi adicionada a mistura de ácidos orgânicos apresentaram diferença dos demais tratamentos com exceção do controle. As soluções de ácidos orgânicos não alteraram as características sensoriais da carne suína assada. Através dos experimentos realizados neste estudo, concluiu-se que se pode estabelecer novas propostas como alternativa para a indústria cárnea obtendo um maior controle microbiológico sem alterar as características da matéria prima, aumentando a vida útil e desta forma oferecendo ao consumidor um produto de qualidade e comercialmente seguros.

Palavras-chave: Oxidação lipídica, aceitação, ácido láctico, ácido ascórbico, ácido acético

Abstract

In Brazil the consumption of pork has increased significantly in recent years, mainly due to large public awareness campaigns, especially in relation to issues of concern for consumer health. The meat quality is the factor to be controlled so that the consumer can enjoy the benefits. There are many variables to be controlled. Aiming to reduce the contamination and increase the shelf life of pork were performed nine treatments with mixtures of organic acids, saline acidified, exposure to ultraviolet light and water at 80 ° C during 30 days of storage, belly pork, and all analyzes performed in triplicate. Counts were performed aerobic mesophilic microorganisms, psychrotrophic, total and fecal coliforms, *Salmonella*, pH determination and the number of thiobarbituric acid reactive substances (TBA) sensory evaluation.

¹ Discente de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: engalimentos.smo@unoesc.edu.br

² Profs. do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: nelcindoterra@gmail.com; lucymicro@yahoo.com.br

³ Prof^o. do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade do Oeste de Santa Catarina, UNOESC, São Miguel do Oeste, SC. E-mail: simonecpalezi@hotmail.com

* Autor para correspondência

Showed a reduction in the contamination of pork belly cuts with a mixture of organic acids, followed by exposure to ultraviolet light for 1 minute. Regarding the pH treatments that were added to the mixture of organic acids differ from the other treatments except the control. The solutions of organic acids did not affect the sensory characteristics of pork roast. Through the experiments in this study, it was concluded that we can make further proposed as an alternative for industrial meat mixture obtaining a greater microbiological control features without changing the feedstock, increasing the life and thereby offering the consumer a quality product and commercially safe.

Key words: Lipid oxidation, acceptance, lactic acid, ascorbic acid, acetic

Introdução

A carne suína é a mais consumida mundialmente, devido seu elevado valor nutritivo e atributos sensoriais. O Brasil é o quarto maior produtor e exportador de carne suína. Para atender as exigências do mercado e evitar toxiiinfecções ocasionadas pelo consumo de produtos contaminados o sistema de biossegurança, de qualidade e segurança alimentar vem sendo aprimorado (SILVA, 2006).

O complexo agroindustrial da carne suína instalado no Brasil tem enfrentado nos últimos anos barreiras que estão dificultando ou restringindo as exportações. O principal entrave são as alegações de ordem sanitária (LUCENA, 2007).

A contaminação microbiana pode ser a principal responsável tanto por perdas econômicas, provocadas pela deterioração da carne, como também problemas ligados à saúde do consumidor. Reduzir ou eliminar a incidência desses contaminantes é o que vem buscando a pesquisa integrada à indústria (JAY, 2005).

A utilização de agentes químicos na sanitização de carcaças de animais recém-abatidos, destinados ao consumo humano, tem sido exaustivamente estudada, na busca de reduzir a presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes. Alguns destes agentes de sanitização são os ácidos orgânicos, os quais podem ser empregados para diminuir a contaminação microbiana, através da aspersão nas carcaças de animais recém-abatidos (DREHMER, 2005).

A utilização de ácidos fracos, particularmente os ácidos láctico e acético, vem sendo objeto de grande

interesse na redução da carga bacteriana da carne fresca. O ácido láctico exerce tanto efeito bactericida, imediatamente após sua aplicação, como efeito bacteriostático, de ação prolongada, na extensão da vida de prateleira da carne (DICKSON, 1988).

O ácido acético é muito eficaz como acidificante e conservante e são utilizados para muitos propósitos. Somente os *Acetobacter* sp., algumas bactérias lácticas e alguns mofo e leveduras mostram certo grau de resistência a este composto. A presença de 1-2% de ácido acético não dissociado em carne, pescado ou vegetais inibem ou matam muitos microrganismos presentes, podendo apenas sobreviver os ácido tolerantes em condições normais ou em más condições higiênicas. Esta concentração pode reduzir de forma significativa a presença de muitos micro-organismos, principalmente em produtos refrigerados (LIMA, 2003).

O ácido ascórbico é o nome usual do composto L-treo-2-hexenono-1,4-lactona. É bastante usado em alimentos pelas suas funções como agente redutor, antioxidante e agente seqüestraste de metais. Tem sido usado com grande eficácia em aspersão de carcaças animais com o objetivo de aumentar a vida de prateleira das carnes, devido a seu efeito bactericida, a sua atividade de vitamina C e sua baixa toxicidade (ARAFA; CHEN, 1987).

A sanitização com luz ultravioleta é comumente utilizada na indústria de alimentos para o uso em carcaças, mas, a profundidades de penetração é limitada (devido às dobras de pele e folículos pilosos), além de que deve-se considerar o impacto sobre a oxidação de gordura (STERMER; LASATER-SMITH; BRASINGTON, 1987).

Diante disso o objetivo deste estudo foi verificar a viabilidade da sanitização de carcaças suínas pela aspersão com soluções de ácidos orgânicos como ácido cítrico, ácido acético, ácido ascórbico, ácido láctico, solução salina acidificada, luz ultravioleta e água quente à 80°C, como forma de reduzir a sua contaminação inicial.

Material e Métodos

Foram selecionadas aleatoriamente 30 cortes de barriga suína, contida na câmara de resfriamento de um frigorífico da região Oeste de Santa Catarina. Foram utilizados nove tratamentos, sendo esses em triplicatas para todas as análises realizadas. Logo após o abate realizou-se os seguintes tratamentos: Controle (C); T1: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) (T1); T2: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); T3: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80 de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + 0,6% de ácido acético (v/v) (T3); T4: Solução salina acidificada a 0,6%; T5: Solução salina acidificada 1%; T6: Aplicação de água à 80°C; T7: Aplicação de luz ultravioleta por 1 minuto, 30W de potência; T8: Aplicação de luz ultravioleta por 3 minutos, 30W de potência;

A exposição a luz ultravioleta no corte suíno (barriga) foi por meio de uma câmara ultravioleta cedida pelo Departamento de Ciência e Tecnologia de alimentos da Universidade Federal de Santa Maria, com intensidade de 30 watts de potência por 1 e 3 minutos.

Os cortes de barriga suína foram armazenados em embalagens plásticas comuns, sob temperatura de refrigeração à 4°C ($\pm 0,5$), por 30 dias, em uma câmara fria de um frigorífico da região Oeste de Santa Catarina.

As análises microbiológicas de aeróbios mesófilos, psicotróficos e coliformes totais e termotolerantes e *Salmonella*, foram realizadas nos dias 0, 5, 10 e 15 e 20 dias, em duplicata, no

Laboratório de Microbiologia dos Alimentos da Universidade do Oeste de Santa Catarina, em São Miguel do Oeste, SC. Para preparação das amostras foram coletadas duas alíquotas de 25 gramas do corte, e homogeneizadas com 90 mL de água peptonada (0,1%), em Bag Mixer, por 2 minutos. Após homogeneização foram feitas as diluições sucessivas, utilizando-se água peptonada 0,1% e após, foi pipetado alíquotas de 1 mL de inóculo em placas de Petrifilm 3M. Após, as placas foram incubadas, com temperatura própria de cada análise, devidamente identificadas. Método Oficial AOAC® 990.12/3M.

O pH foi determinado na superfície da barriga suína, antes dos tratamentos e em intervalos coincidentes com as demais análises, utilizando-se potenciômetro portátil Ingold Mod. WTW pH 91, com eletrodo de vidro apropriado para determinações de pH em superfícies.

O índice de TBA (Ácido 2-Tiobarbitúrico) foi determinado pelo método proposto por Raharjo et al. (1992) modificado, descrito a seguir: foram coletadas duas amostras de 10 gramas de carne as quais foram adicionadas 40 mL de ácido tricloroacético 5% mais 1 mL de do antioxidante BHT. As amostras foram homogeneizadas por 1 minuto e a seguir foram filtradas e o volume ajustado para 50 mL em balão volumétrico com ácido tricloroacético 5%, do filtrado foram retirados com pipeta volumétrica alíquotas de 2 mL e colocados em tubo de ensaio (2 tubos para cada balão). Após foram adicionados 2 mL do reagente de TBA 0,08 molar em ácido acético 50%. Após este procedimento as amostras foram levadas para o banho-maria fervente por 5 minutos. As leituras foram obtidas em transmitância através de um espectrofotômetro de convencional à 531 nanômetros. Os valores foram expressos em miligramas de malonaldeído/kg de amostra.

A curva de calibração e o preparo das amostras foram realizados utilizando-se um método de extração ácida aquosa, segundo a técnica descrita por Kang, Cherian e Sim (2001). Para a construção

da curva foi preparada uma solução 0,0001M do padrão 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) (Sigma-Aldrich) em ácido perclórico 3,86 %. Dessa solução retiraram-se alíquotas que foram transferidas para balões volumétricos de 50 mL sendo, em seguida, o volume completado com ácido perclórico 3,86 %. De cada balão retiraram-se 2mL que foram transferidos para tubos de ensaio com tampa. Após a adição de 2mL da solução aquosa 20 mM de ácido-2- tiobarbitúrico (TBA), os tubos foram fechados, agitados e aquecidos em banho-maria fervente por 30 minutos. Após o resfriamento até temperatura ambiente (20°C), foi lida a densidade ótica em espectrofotômetro a 531nm. Com as leituras de absorbâncias obtidas, foi então traçada uma curva de calibração (densidade ótica x μg de malonaldeído/2 mL), para o cálculo dos níveis de substâncias que reagem ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) nas amostras. O fator de conversão utilizado foi 7,38.

As análises sensoriais das amostras de barriga suína foram realizadas utilizando-se uma prova de aceitação descrita por Dutcosky (1996), na qual as amostras foram apresentadas a um grupo de 40 provadores não treinados. Todos os provadores, antes de realizarem a análise sensorial assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que anterior ao início da pesquisa foi submetido a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade do Oeste de Santa Catarina. As carnes foram assadas em forno convencional, à temperatura de 200°C, por 60 minutos. As análises foram realizadas aos 0 (zero) e 7 dias após a aplicação dos ácidos. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com aplicação do teste de

separação Tukey à 5% de significância utilizando o programa *Statistica 10*.

Resultados e Discussão

Todas as amostras analisadas no dia zero apresentaram, contagens iniciais acima de 10^3 UFC.g⁻¹, confirmando resultados obtidos por Gill e Jones (1996), onde cortes de carne suína apresentaram uma contagem inicial de aproximadamente de 10^3 UFC/cm², geralmente formada por bactérias deteriorantes, sendo principalmente *pseudomonas* e *enterobactérias*.

Baseado nos resultados apresentados da Tabela1 pode-se observar que para a contagem de aeróbios mesófilos, o tratamento C (controle), diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) em relação aos demais tratamentos.

O tratamento C (controle) atingiu no décimo quinto dia de análise, $7,45 \log_{10}$ UFC.g⁻¹, aparecendo odor desagradável. Após o vigésimo dia de análise a contagem atingiu de $8,1 \log_{10}$ UFC.g⁻¹, confirmando o relato de (ADANS; MOSS, 1997; CAPITA et al., 1999), que encontraram uma certa limosidade na superfície da carne suína.

Entre os três tratamentos em que se utilizaram ácidos orgânicos, os melhores resultados foram observados nos tratamentos T1 (1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) e T2 (1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) resultado semelhante ao encontrado por Drehmer (2005).

Tabela 1. Valores médios da contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos das amostras de barriga suína controle e das submetidas aos diferentes tratamentos durante o período de armazenamento a 4°C.

Tratamentos	Dias de armazenamento				
	0	5	10	15	20
C	5,26±0,54 ^{a**}	6,65±1,3 ^a	6,87±1,1 ^a	7,45±0,85 ^a	8,10±1,2 ^a
T1	3,25±0,89 ^b	4,50±0,84 ^b	3,80±0,97 ^b	4,60±1,3 ^b	5,02±0,87 ^b
T2	4,32±0,98 ^b	4,78±0,87 ^b	3,70±0,86 ^b	3,80±0,87 ^b	4,90±0,76 ^b
T3	4,53±0,97 ^{ab}	5,80±0,9 ^{ab}	5,20±0,87 ^{ab}	5,47±0,96 ^{ab}	5,90±0,98 ^{ab}
T4	4,59±0,98 ^{ab}	5,80±0,91 ^{ab}	4,66±0,85 ^{ab}	5,60±1,1 ^{ab}	5,98±0,97 ^{ab}
T5	4,74±1,1 ^{ab}	4,80±0,87 ^{ab}	5,06±0,91 ^{ab}	5,87±0,99 ^{ab}	6,20±1,12 ^{ab}
T6	4,58±0,95 ^{ab}	4,80±0,9 ^{ab}	5,89±0,95 ^{ab}	6,07±0,89 ^{ab}	6,90±1,14 ^{ab}
T7	3,5±1,2 ^{ab}	4,58±0,9 ^{ab}	4,67±0,93 ^{ab}	4,90±1,1 ^{ab}	5,20±0,97 ^{ab}
T8	3,26±1,3 ^b	3,69±1,2 ^b	3,89±1,1 ^b	4,85±1,12 ^b	4,94±0,85 ^b

C: controle, T1: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); T2: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); T3: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,60 de ácido ascórbico (g/v) + 0,60% de ácido cítrico (g/v) + 0,6% de ácido acético (v/v); T4: Solução salina acidificada a 0,6%; T5: Solução salina acidificada 1%; T6: Aplicação de água à 80°C. T7: Aplicação de luz ultravioleta por 1 minuto, 30W de potência; T8: Aplicação de luz ultravioleta por 3 minuto, 30W de potência;

*Valores apresentados como média ± desvio padrão; ** médias em cada coluna seguidas da mesma letra minúscula do controle não difere significativamente do mesmo pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaboração dos autores.

Já os tratamentos T3, T4, T5, T6 e T7 não apresentaram diferenças significativas ($p \geq 0,05$) em relação aos tratamentos T1, T2 e T8, somente diferiu significativamente em relação ao controle.

O resultado da análise dos tratamentos T7 e T8 foram eficazes no controle do crescimento microbiano e não foram observadas diferenças significativas ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos, ou seja, o tempo da ação da luz ultravioleta, não interferiu na eficácia dos tratamentos.

O que foi comprovado com os resultados obtidos nos tratamentos T7 e T8, onde provavelmente a ação da radiação ultravioleta, causou danos aos materiais genéticos DNA e RNA dos microrganismos e conseqüentemente controlou o crescimento microbiano.

Ao longo do estudo, pode-se observar que houve um acréscimo de 1,5 ciclos logarítmicos, no tratamento 8 (aplicação de luz ultravioleta por 3 minuto, 30 W de potência), do primeiro dia de análise ao vigésimo dia de armazenamento, mostrou ser eficiente na redução de micro-organismos em relação aos demais tratamentos com exceção dos tratamentos T1 e T2.

Os dois tratamentos com aplicação de luz ultravioleta (1 e 3 minutos), apresentaram resultados semelhantes aos tratamentos T1 e T2, e diferiram estatisticamente ($p \geq 0,05$), dos demais tratamentos com ácidos orgânicos e solução salina acidificada, principalmente em relação ao controle.

Esses resultados demonstram que os tratamentos T1, T2 e T8 são métodos eficazes no controle do crescimento psicrotróficos e aeróbios mesófilos, tornando-se uma alternativa para controle microbiológico das carcaças suínas nos frigoríficos.

Com relação aos tratamentos T4 e T5 (Solução salina acidificada a 0,6% e T5: Solução salina acidificada 1%, respectivamente), diferiram significativamente ($p \geq 0,05$), em relação ao tratamento controle, e aos tratamentos T6, T7 e T8. A solução salina acidificada, diminuiu em cerca de 2 log em relação ao controle, isso provavelmente aconteceu em função da ação dos íons de Cl^- associados ao ácido cítrico que resulta em uma substância que possui ação oxidante sobre os micro-organismos provocando a morte desses.

Os resultados encontrados para os tratamentos T4 e T5, demonstram que a concentração de

ácido utilizada (20%) pode interferir na eficácia do tratamento, pois (GILL; BADONI, 2004) verificaram que das carcaças de bovinos refrigerados com cloreto de sódio acidificado, com somente 0,16% w/v de ácido cítrico foi menos eficaz na redução total de bactérias aeróbias ($<0,5 \log_{10}$ UFC.g¹), em comparação aos tratamentos com água a 80°C.

As contagens de micro-organismos psicrotróficos tiveram um comportamento semelhante às contagens de aeróbios mesófilos, seguindo um mesmo padrão, conforme Tabela 2. A amostra C (controle), já no 5º dia de análise apresentou $6,80 \log_{10}$ UFC.g¹, após 20 dias a contagem foi de $8,02 \log_{10}$ UFC.g¹, observando nítidos sinais de deterioração na carne.

Tabela 2. Valores médios da contagem de micro-organismos psicrotróficos das amostras de carne suína controle e das submetidas aos diferentes tratamentos durante o período de armazenamento a 4°C.

Tratamentos Dias	Dias de armazenamento*				
	0	5	10	15	20
C	5,07± 0,97 ^{a**}	6,80± 0,99 ^a	6,98±0,89 ^a	7,60± 0,89 ^a	8,02±0,89 ^a
T1	4,02± 0,98 ^a	4,10± 0,98 ^a	5,20± 0,87 ^a	6,83± 0,98 ^a	7,45±,86 ^a
T2	4,01± 0,97 ^a	4,20± 0,86 ^a	5,57± 0,98 ^a	5,80± 0,89 ^a	7,70± 0,97 ^a
T3	3,36± 0,87 ^a	4,68± 0,79 ^a	6,50± 0,91 ^a	6,60±0,86 ^a	8,44± 0,95 ^a
T4	3,37± 0,86 ^a	5,80± 0,87 ^a	5,98± 0,96 ^a	6,40± 0,89 ^a	8,32± 0,97 ^a
T5	4,23± 0,96 ^a	5,35± 0,84 ^a	6,20± 0,97 ^a	6,90±0,99 ^a	8,30± 0,86 ^a
T6	3,60± 0,89 ^a	5,20± 0,99 ^a	5,60± 0,86 ^a	5,98± 0,96 ^a	6,20± 0,97 ^a
T7	3,13± 0,95 ^a	4,80± 0,89 ^a	4,96± 0,99 ^a	5,80± 0,89 ^a	6,65± 0,99 ^a
T8	3,06± 0,84 ^a	5,70±0,95 ^a	6,40± 0,98 ^a	7,20±0,85 ^a	7,60± 0,98 ^a

C: controle, T1: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); T2: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); T3: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,60 de ácido ascórbico (g/v) + 0,60% de ácido cítrico (g/v) + 0,6% de ácido acético (v/v); T4: Solução salina acidificada a 0,6%; T5: Solução salina acidificada 1%; T6: Aplicação de água à 80°C. T7: Aplicação de luz ultravioleta por 1 minuto, 30W de potência; T8: Aplicação de luz ultravioleta por 3 minuto, 30W de potência.

*Valores apresentados como média ± desvio padrão; ** médias em cada coluna seguidas da mesma letra minúscula do controle não difere significativamente do mesmo pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os micro-organismos psicrotróficos, chegaram à contagem de $5,98 \log_{10}$ UFC.g¹, $6,2 \log_{10}$ UFC.g¹ e após o 15º e 20º dias após tratamento as contagens foram superiores a $6,5 \log$ UFC/g, atingindo $8,32 \log_{10}$ UFC.g¹ e $8,3 \log_{10}$ UFC.g¹, respectivamente, nos tratamentos, T4 e T5.

Os melhores resultados foram os apresentados pelos tratamentos T1, T2, T6, T7 e T8, respectivamente. Todos os tratamentos citados, apresentaram resultados variando entre $4,02 \log_{10}$ UFC.g¹ no primeiro dia de análise e $7,70 \log_{10}$ UFC.g¹, no vigésimo dia de análise.

Comparando os resultados obtidos na contagem de bactérias psicrotróficas, verifica-se que o processo de descontaminação com luz ultravioleta, foi eficaz, uma vez que diminuiu a microbiota das amostras submetidas à ação de luz ultravioleta 1 minuto e 3 minutos, em relação ao controle e os tratamentos T3 e T4 e T5. Observando os resultados desde o início até o final do período de estocagem, verifica-se que o crescimento bacteriano foi crescente em todos os tratamentos, no entanto pode-se observar que nas amostras T1, T2 tratadas com misturas de ácidos orgânicos e nas amostras T7 e T8 tratadas com luz ultravioleta, a contagem foi reduzida.

Os valores de pH para o controle diferiram significativamente dos demais tratamentos, aumentando com o passar do tempo, atingindo um valor de 7,5 ao término dos 20 dias, isso se deve a ação de enzimas proteolíticas presentes na carne, e ao desenvolvimento de micro-organismos e a ação

dos mesmos sobre o produto, concordando com os resultados obtidos por Goetz e Terra (1998), que trabalharam com carcaças de frango resfriadas, tratadas com misturas de ácidos orgânicos e embalagem à vácuo.

Tabela 3. Valores médios de valores de pH das amostras de corte de barriga suína controle e das submetidas aos diferentes tratamentos durante o período de armazenamento 4°C.

Tratamento/ Dias	Dias de armazenamento*				
	0	5	10	15	20
C	5,1±0,0288 ^{a**}	5,67±0,026 ^a	5,98±0,415 ^a	6,8± 0,049 ^a	7,5±0,017 ^a
T1	4,9±0,519 ^{ab}	5,44±0,02 ^{ab}	5,66±0,288 ^{ab}	5,8± 0,057 ^{ab}	5,93±0,173 ^{ab}
T2	5,03±0,285 ^b	4,64±0,0208 ^b	5,1±0,173 ^b	5,13±0,168 ^b	5,6±0,175 ^b
T3	5,7±0,20,0288 ^{ab}	5,06±0,153 ^{ab}	5,23±0,0793 ^{ab}	5,2±0,0577 ^{ab}	5,66±0,168 ^{ab}
T4	5,1±0,078 ^{ab}	5,57±0,147 ^{ab}	5,6±0,173 ^{ab}	6±0,208 ^{ab}	6,3±0,175 ^{ab}
T5	5,25±0,077 ^{ab}	5,33±0,144 ^{ab}	5,8±0,178 ^{ab}	5,66±0,204 ^{ab}	6,06±0,173 ^{ab}
T6	5,2±0,068 ^{ab}	4,96±0,134 ^{ab}	5,36±0,165 ^{ab}	5,1±0,178 ^{ab}	6,63±0,173 ^{ab}
T7	4,9±0,056 ^{ab}	4,94±0,144 ^{ab}	5,5±0,178 ^{ab}	6,1±0,205 ^{ab}	7,16±0,173 ^{ab}
T8	5,4±0,065 ^{ab}	5,36±0,137 ^{ab}	6±0,173 ^{ab}	5,4±0,208 ^{ab}	6,2±0,176 ^{ab}

C: controle, **T1**: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); **T2**: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); **T3**: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,60 de ácido ascórbico (g/v) + 0,60% de ácido cítrico (g/v) + 0,6% de ácido acético (v/v); **T4**: Solução salina acidificada a 0,6%; **T5**: Solução salina acidificada 1%; **T6**: Aplicação de água à 80°C. **T7**: Aplicação de luz ultravioleta por 1 minuto, 30W de potência; **T8**: Aplicação de luz ultravioleta por 3 minuto, 30W de potência;

*Valores apresentados como média ± desvio padrão; ** médias em cada coluna seguidas da mesma letra minúscula do controle não difere significativamente do mesmo pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os tratamentos em que foram adicionados a mistura de ácidos orgânicos T2 e T3 apresentaram diferença dos demais tratamentos com exceção do controle, durante o período de avaliação obtendo ao final dos 20 dias um valor de 5,6, enquanto que os tratamentos T4, T5, T6, T7 e T8 não tiveram diferença significativa entre si. Conforme Xavier (1997), os produtos cárneos acidificados pela adição de ácidos orgânicos comestíveis ou pela fermentação natural tem seu pH abaixado, inibindo o crescimento de vários deterioradores, entre eles psicrotóxicos e aeróbios mesófilos, confirmando os resultados obtidos neste estudo, principalmente nos tratamentos T2 e T3.

Os valores de pH não foram afetados pela solução de ácidos orgânicos, apresentando-se com valores quase estáveis com pequenas variações, porém os mesmos foram afetados pelo armazenamento, sendo que aos 20 dias de armazenamento, os valores de pH encontravam-se acima dos permitidos pela legislação para consumo, no tratamento controle e no tratamento T7 apresentando limosidade e coloração esverdeada.

Pode-se identificar o efeito positivo das carcaças que foram aspergidas com a solução de ácidos orgânicos, pois durante os 20 dias de armazenamento não foi detectado aumento significativo, no pH destes cortes, permanecendo quase inalterado durante o período de armazenamento.

O limite para o índice de TBARS que caracteriza o aparecimento de odor desagradável e limosidade característicos de deterioração é de 0,5 – 1,0 mg MDA/kg de amostra, e a legislação brasileira não apresenta um limite máximo de malonaldeído/kg nas amostra em produtos cárneos (FURTADO, 2007). Os valores encontrados nas análises ficaram entre 0,0293 a 1,380 MA · Kg⁻¹, sendo que a amostra controle foi a que obteve o valor mais elevado, nos 20 dias de armazenamento, conforme Tabela 4.

Os valores de TBARS da amostra controle aumentaram no decorrer do período de armazenamento atingindo 1,398 MDA/kg de amostra de amostra, no 20º dia de armazenagem. A amostra T3 e T8 apresentaram valores de

TBARS inferior ao controle até o 10 dia de análise, posteriormente ocorreu uma elevação no final do período analisado nos 20 dias 1,308 MDA/kg de amostra valor que não diferiu do controle. Neste trabalho os tratamentos T2, T4, e T7, apresentaram resultados inferiores aos encontrados no controle, durante o período de armazenamento, abaixo do limite de 0,5 mg MDA/kg de amostra para o aparecimento de características desagradáveis, estes resultados demonstram a eficácia dos produtos aspergidos nos tratamentos T2 e T4 e a influência positiva em relação a ação da luz ultravioleta na carcaça exposta a 1 minuto (T7), resultado diferente foi encontrado quando a carcaça foi exposta a luz ultravioleta por 3 minutos (T8).

Tabela 4. Valores de TBARS das amostras de corte de barriga suína controle e das submetidas aos diferentes tratamentos durante o período de armazenamento a 4°C.

Tratamentos Dias	Dias de armazenamento*				
	0	5	10	15	20
T1	0,054±1,13 ^{a**}	0,398±1,1 ^a	0,689±0,99 ^a	0,89±1,2 ^a	1,398±1,1 ^a
T2	0,1031±1,12 ^{ab}	0,246±1,2 ^{ab}	0,298±0,98 ^{ab}	0,31±1,1 ^{ab}	0,478±1,21 ^{ab}
T3	0,054±0,98 ^b	0,234±0,97 ^b	0,112±1,1 ^b	0,278±0,99 ^b	0,457±0,99 ^b
T4	0,1043±0,976 ^{ab}	0,104±0,98 ^{ab}	0,378±0,98 ^{ab}	0,658±0,98 ^{ab}	1,308±0,98 ^{ab}
T5	0,0293±1,12 ^b	0,102±0,89 ^b	0,087±1,2 ^b	0,079±0,89 ^b	0,181±0,99 ^b
T6	0,0676±0,76 ^{ab}	0,0883±0,91 ^{ab}	0,2496±0,95 ^{ab}	0,319±0,87 ^{ab}	0,585±0,93 ^{ab}
T7	0,217±0,95 ^{ab}	0,811±0,86 ^{ab}	0,302±1,3 ^{ab}	0,289±1,3 ^{ab}	0,379±0,97 ^{ab}
T8	0,002±0,99 ^b	0,1326±1,14 ^b	0,291±0,99 ^b	0,195±1,02 ^b	0,243±0,87 ^b
T9	0,363±0,89 ^{ab}	0,103±1,2 ^{ab}	0,387±0,96 ^{ab}	0,456±0,89 ^{ab}	1,11±0,91 ^{ab}

C: controle, **T1**: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); **T2**: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); **T3**: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,60 de ácido ascórbico (g/v) + 0,60% de ácido cítrico (g/v) + 0,6% de ácido acético (v/v); **T4**: Solução salina acidificada a 0,6%; **T5**: Solução salina acidificada 1%; **T6**: Aplicação de água à 80°C. **T7**: Aplicação de luz ultravioleta por 1 minuto, 30W de potência; **T8**: Aplicação de luz ultravioleta por 3 minutos, 30W de potência.

*Valores apresentados como média ± desvio padrão; ** médias em cada coluna seguidas da mesma letra minúscula do controle não difere significativamente do mesmo pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaboração dos autores.

Magalhães (2006) afirma que a oxidação lipídica não implica efetivamente na vida de prateleira de carnes refrigeradas, conforme foi observado neste estudo.

Os resultados T2, T4 e T7, retardaram a oxidação lipídica durante o período de armazenamento

mantiveram o produto em condições adequadas para o consumo quanto a oxidação lipídica por maior período que as amostra controle, pois segundo foi exposto por Terra, Cichoski e Freitas (2006) valores de TBARS acima de 1,59 MDA/kg de amostra de amostra podem causar danos a saúde do consumidor.

As análises sensoriais das barrigas assadas foram realizadas em relação à aceitabilidade, utilizando escala hedônica de nove pontos, onde 9 corresponde a gostei muitíssimo e 1 a desgostei muitíssimo,

aplicado a um painel composto por 40 julgadores não treinados, e os resultados obtidos encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios da pontuação dos provadores para o teste de aceitação dos cortes de barriga suína assada, controle e os tratamentos aplicados no teste.

Amostras	Médias das Pontuações*	
	Dia zero	Dia 07
Controle (C)	5,15± 1,2 ^c	6,15± 0, ^{85ab} **
T1	6,55±0,95 ^{ab}	6,7± 1,1 ^a
T2	6,85±1,2 ^{ab}	6,35±0,78 ^a
T3	5,85±1,1 ^{bc}	6,7±1,1 ^a
T4	6,32±0,86 ^{ab}	6,25±0,74 ^{ab}
T5	6,95±0,9 ^a	6,6±0,96 ^a
T6	6,75±0,97 ^{ab}	5,8±1,2 ^{ab}
T7	6,4±0,86 ^{ab}	5,3±1,4 ^b
T8	6,25±0,95 ^{ab}	6,1±0,84 ^{ab}

Escala de 9 pontos, onde: 1 desgostei muitíssimo, 2 Desgostei muito, 3 Desgostei moderadamente, 4 Desgostei ligeiramente, 5 Não gostei/nem desgostei, 6 Gostei ligeiramente 7 Gostei moderadamente, 8 Gostei muito e 9 Gostei muitíssimo. *Valores apresentados como média ± desvio padrão (n=40); ** médias em cada coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Tratamento Controle (C), Tratamento 1: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) (T1); Tratamento 2: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v); Tratamento 3: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80 de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + 0,6% de ácido acético (v/v) (T3); Tratamento 4: Solução salina acidificada a 0,6%; Tratamento 5: Solução salina acidificada 1%; Tratamento 6: Aplicação de água à 80°C, Tratamento 7: Aplicação de luz ultravioleta por 1 minuto, 30W de potência; Tratamento 8: Aplicação de luz ultravioleta por 3 minutos, 30W de potência;

Fonte: Elaboração dos autores.

As amostras que obtiveram diferença significativa foram o controle e tratamento T5 no primeiro dia de análise. Após 7 dias de estocagem os tratamentos T1, T2, T3 e T5 diferiram significativamente do tratamento T7. Conforme Azeredo, Faria e Azeredo (2000) sabores estranhos e desagradáveis podem se desenvolver no alimento durante a estocagem, são os chamados *off-flavors*, que levam à rejeição dos produtos pelo consumidor, mesmo que este alimento seja considerado seguro, isso pode ter ocorrido no tratamento controle que obteve a pior nota no dia 0 e 7 dias após o tratamento.

A temperatura e o tempo de armazenagem utilizados no experimento, 4°C durante mais de uma semana, pode ter provocado a maturação das amostras, o que teve influência nos atributos sabor, textura e aceitabilidade das amostras.

De acordo com os resultados obtidos nas análises sensoriais das amostras de barriga suína assadas pode-se dizer que os métodos utilizados para conservá-las (misturas de ácidos, solução salina acidificada, luz ultravioleta e água a 80°C) tiveram uma interferência positiva nas suas características organolépticas. Dados que estão em conformidade com os encontrados por Drehmer (2005), que após a aspersão de cortes suínos refrigerados com misturas de ácidos orgânicos, não obtiveram influências negativas dos tratamentos sobre as características organolépticas das amostras.

Não foram encontradas amostras com contaminação por coliformes fecais e por *Salmonella*.

Conclusão

Através dos experimentos realizados neste estudo, concluiu-se que se pode estabelecer novas propostas como alternativa para a indústria cárnea obtendo um maior controle microbiológico sem alterar as características da matéria prima, aumentando a vida de prateleira e desta forma oferecendo ao consumidor um produto de qualidade e comercialmente seguros.

Referências

- ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. *Microbiologia de los alimentos*. Zaragoza: Acribia, 1997. 464 p.
- ARAFA, A. S.; CHEN, T. C. Quality characteristics of convenience chicken products as related to packaging and storage. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 41, p. 18-22, 1987.
- AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; AZEREDE, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 20, n. 3, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal RIISPOA*. Brasília, DF, 1980. 165 p.
- CAPITA, R.; ALONSO-CALLETA, C.; GARCÍA-ARIAS, M. T.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M. C.; MORENO, B. Aspectos de interes em la calidad microbiológica de la carne de pollo. *Eurocarne*, v. 9, n. 73, p.73-86, 1999.
- DICKSON, J. S. Reduction of bacteria attached to meat surfaces by washing with selected compounds. *J. Food Protection*, v. 51, n. 11, p. 869-873, 1988.
- DREHMER, A. M. F. *Quebra de peso das carcaças suínas e estudo da vida de prateleira da carne*. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- DUTCOSKY, S. D. *Análise sensorial de alimentos*. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 1996. 239 p.
- FURTADO, A. *Métodos de conservação da costela suína*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Santa Maria.
- GILL, C. O.; BADONI, M. Microbiological and organoleptic qualities of vacuum-packaged ground beef prepared from pasteurized manufacturing beef. *International Journal of Food Microbiology*, v. 74, n. 1-2, p. 111-118, 2004.
- GOETZ, H.; TERRA, N. N. Aumento da vida útil de carcaças de frango resfriadas. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 12, n. 54, p. 51-57, 1998.
- JAY, J. M. *Microbiologia moderna de los alimentos*. 3. ed. Zaragoza: Acribia, 2005. 804 p.
- KANG, K. R.; CHERIAN, G.; SIM, J. S. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid-modified poultry products. *J. Poultry Science*, Honduras v. 80, n. 2, p. 228-234, 2001.
- LIMA, J. *ICMSF, Ecologia microbiano de los alimentos*. Glossário de Carlos Vander Becke, ácido acético em alimentos. Zaragoza: Acribia, v. 1, 2003.
- LUCENA, R. F. *Isolamento e caracterização de Aeromonas em carcaças suínas*. 2007. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Caxias do Sul.
- MAGALHÃES, A. U. *Avaliação do uso de atmosferas modificadas em porcionados de suínos*. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, 1992.
- SILVA, J. A. A sanitização da carne com ácidos orgânicos. Parte I. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 13, n. 60, p. 55-62, mar. 2006.
- STATISTICA 10 Software trial. 2012. Disponível em: <<http://www.statsoft.com/support/free-statistica-10-trial>>. Acesso em: 12 mar. 2012.
- STERMER, R. A.; LASATER-SMITH, M.; BRASINGTON, C. F. Ultraviolet radiation – an effective bactericide for fresh meat. *Journal of Food Protection*, v. 50, n. 2, p. 108-111, 1987.
- TERRA, N. N.; CICHOSKI, A. J.; FREITAS, R. J. S. Valores de nitrito e TBARS durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 965-970, 2006.
- XAVIER, C. V. A. *Métodos químico e físico para prolongamento da carne de frango refrigerada*. Campinas: [s.n], 1997.