

EFEITO DA RADIAÇÃO UV-C E ÁCIDOS ORGÂNICOS NA VALIDADE COMERCIAL DA CARNE SUÍNA CONGELADA

Maisa Paula Zeni*
Eliane Maria de Carli**
Antonia Erica Somavilla***
Dinorvan Perin****

Resumo

A utilização de radiação UV-C associada a ácidos orgânicos é considerada uma tecnologia de fácil aplicação e eficiente para a manutenção da qualidade de carnes e derivados. Trinta e seis amostras de carne suína, obtidas de um frigorífico da região Oeste de Santa Catarina, foram tratadas com 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + radiação UV-C 5,4 KJ (T1) e 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + radiação UV-C 9 KJ (T2) em relação ao tempo de armazenamento (0 a 360 dias). Foram realizadas análises de bactérias psicotróficas e pH. As contagens de bactérias psicotróficas e a enumeração de coliformes fecais foram mais elevadas nas amostras controle, mostrando a eficiência do processo de irradiação na manutenção da segurança alimentar e redução de proliferação bacteriana.

Palavras-chave: Carne suína. Radiação UV-C. Ácidos orgânicos.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia de irradiação de alimentos tem recebido uma crescente atenção em todo o mundo, junto aos métodos tradicionais de conservação de alimentos. As razões que despertaram o interesse dos diversos países estão relacionadas às grandes perdas dos alimentos como consequência de infestação, contaminação e decomposição deles, à crescente preocupação em respeito aos agentes etiológicos transmitidos por alimentos e ao aumento do comércio internacional de produtos alimentícios sujeitos às normas de exportação rígidas (GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS, 1991). Este estudo teve como objetivo verificar a eficiência da utilização de radiação UV-C e ácidos orgânicos para prolongar a vida útil da carne suína, enfatizando a importância da utilização de novas tecnologias de preservação de alimentos e seus benefícios verificados por diversos autores em diferentes tipos de alimentos, avaliando o efeito combinado desses dois tratamentos tecnológicos no seu prazo comercial e nas suas características sensoriais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de novembro de 2011 a dezembro de 2012, utilizando cortes suínos (*longissimus dorsi*), obtidos em um frigorífico da região Oeste de Santa Catarina. Após o resfriamento das carcaças, foram realizados os cortes, identificados e embalados individualmente e acondicionados em caixas isotérmicas com gelo, para posterior tratamento.

A câmara de UV-C foi desenvolvida pelo Grupo de Estudo e Desenvolvimento de Reatores Eletrônicos (GEDRE) da UFSM e consistiu em duas lâmpadas de UV-C adaptadas à carcaça de um aparelho de micro-ondas convencional. As micro-ondas foram desativadas. A irradiância das lâmpadas foi medida com a utilização de um espectrorradiômetro (RPS 900, *Internacional Light Technologies, Peabody, MA*, Estados Unidos). As lâmpadas foram

* Graduanda em Engenharia de Alimentos na Universidade do Oeste de Santa Catarina; maysa_zeni@hotmail.com

** Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos; Coordenadora do Curso de Engenharia de Alimentos na Universidade do Oeste de Santa Catarina; engalimentos.smo@unoesc.edu.br

*** Biomédica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; antonia_eric@hotmail.com

**** Professor do Curso de Engenharia de Alimentos na Universidade do Oeste de Santa Catarina; Engenheiro Químico; dinorvan.perin@facebook.com

estabilizadas por cinco minutos antes da medição. A medida foi feita com as duas lâmpadas ligadas na potência de 30 W, na parte central da base de vidro, a uma distância de 8 cm entre as lâmpadas e o detector, e de 10 cm entre o detector e a base de vidro. A irradiância medida foi de 22, 53 W/m², e calculou-se que, nessas condições, um diâmetro central de 20 cm confirmou essa irradiância. As doses foram expostas a doses de 0 (controle), 5,4 KJ/m² e 9,46 KJ/m².

Assim, a irradiação foi feita sob as seguintes condições: as amostras foram colocadas sobre um suporte preto; a altura do suporte preto mais a amostra corresponderam a 10 cm (distância base de vidro-detector). Foi feita uma marcação de 20 cm no suporte preto referente ao diâmetro estabelecido, sendo as amostras somente colocadas nesse intervalo.

Foram selecionadas aleatoriamente 48 cortes de pernil suíno contidos na câmara de resfriamento de um frigorífico da região Oeste de Santa Catarina. Foram realizados 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) + radiação UV-C 5,4 KJ (T1) e T2: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + radiação UV-C 9,46 KJ (T2).

Foram separados os 16 cortes para o grupo controle (não receberam nenhum tratamento), 16 amostras para o tratamento T1 e 16 amostras para o tratamento T2; foram irradiadas durante quatro e sete minutos, o que levou uma dose de 5,4 KJ/m² e 9,46 KJ/m², respectivamente, e receberam a pulverização de combinações de ácidos orgânicos: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% 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).

Para a preparação das amostras, dos demais dias de análises, o número de cortes e o método de irradiação foram os mesmos. Após irradiadas, as amostras foram embaladas, individualmente, em sacos plásticos identificados, e mantidas em câmara fria a -18 °C até os respectivos dias de análises. Antes da aplicação da radiação UV-C, as lâmpadas foram estabilizadas por cinco minutos.

Todas as análises foram feitas no corte suíno pernil e foram realizadas logo depois de aplicadas as doses de radiação UV-C e ácidos orgânicos no dia zero, 90, 180 e 360 dias de armazenamento.

Foram realizadas análises de psicotróficos, segundo a metodologia descrita por Lanara (2003). As análises foram realizadas nos dias zero, 90, 180 e 360 de armazenamento, constituindo-se de três repetições com placas em triplicata.

Para o preparo das amostras foram coletadas, de maneira asséptica, porções de 25 gramas de cada embalagem e homogeneizadas com 225 mL de água peptonada (0,1%), em *Bag Mixer* por dois minutos. Utilizou-se tanto a porção gordurosa quanto a porção de tecido muscular das amostras. Após, foram feitas sucessivas diluições (1:10) com água peptonada 0,1%, sendo pipetadas alíquotas de 1 mL em placas de petri estéreis, posteriormente adicionadas de 15-20 mL de meio de cultura específico fundido e resfriado. Depois da homogeneização do inóculo com o meio de cultura específico fundido e resfriado e após solidificação completa, as placas foram incubadas invertidas em estufa com temperatura própria para cada análise.

Na contagem de micro-organismos psicotróficos, utilizou-se o meio de cultura Ágar Padrão para Contagem (PCA), sendo as placas incubadas de +5 a +7 °C por 10 dias. A semeadura foi feita em duplicata para cada diluição e foram escolhidas, para contagens, placas contendo entre 30 e 300 colônias (LANARA, 2003), sendo os resultados expressos em Log UFC.g-1.

O pH foi determinado pelo método descrito por Terra e Brum (1988), e, para tanto, 10 gramas de carne suína foram homogeneizados com 100 mL de água destilada. A medida foi realizada utilizando pHmetro digital, marca Digimed, contendo eletrodo de vidro combinado, previamente calibrado com soluções tampão pH 4 e pH 7. As leituras foram feitas após cinco minutos de imersão do eletrodo.

As determinações foram realizadas nos dias zero, 90, 180 e 360 de armazenamento das amostras, constituindo-se três repetições por amostra.

Para determinação da oxidação lipídica, inicialmente, preparou-se uma curva de resposta usando uma solução 0,22 g de 1,1', 3,3' tetraetoxipropano (TEP, CAS Number 122-31-6).

O índice de Ácido 2-Tiobarbitúrico (TBA) foi determinado pelo método proposto por Raharjo et al. (1992), modificado, descrito a seguir: foram coletadas duas amostras de 10 gramas de carne, às quais foram adicionados 40 mL de ácido tricloroacético 5% mais 1 mL de antioxidante BHT. As amostras foram homogeneizadas por um

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 (dois tubos para cada balão). Após, foram adicionados 2 mL do reagente de TBA 0,08 Molar em ácido acético 50%. Após esse procedimento, as amostras foram levadas ao banho-maria fervente por cinco minutos. As leituras foram obtidas em transmitância por meio de um espectrofotômetro de chama a 531 nanômetros. Os valores foram expressos em miligramas de malonaldeído/Kg de amostra.

A medida da cor foi realizada utilizando-se o Sistema Cielab, por meio da leitura dos valores de L* (que representa a porcentagem de luminosidade, variando de preto (0%) a branco (100%)), a* (que varia de verde (-a*)) e b* (que varia de azul (-b*) a amarelo (+b*)). As leituras foram feitas na superfície e na parte interna da carne, para todos os tratamentos, e em triplicata para cada região avaliada.

Para as análises sensoriais das amostras de pernil suíno foi realizado o teste de aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos, conforme metodologia descrita por Dutcosky (1996). Para isso, contou-se com um painel de julgadores não treinados. O pernil suíno foi assado em forno convencional à temperatura de 220 °C até a temperatura no centro da peça cárnea atingir +75 °C. As análises foram realizadas no zero, 5, 10, 15, 20 dias após a aplicação dos tratamentos e contaram, em média, com 30 julgadores. As fichas que corresponderam aos testes utilizados encontram-se nos apêndices A e B. Todos os provadores, antes de realizarem a análise sensorial, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que, anterior ao início da pesquisa, foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Oeste de Santa Catarina.

Para cada tratamento, foram feitas três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas no aplicativo STATISTICA versão 7.0 (StatSoft, Inc, Tulsa – OK, EUA).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

As contagens de bactérias psicrotróficas permitem verificar a eficiência da utilização de métodos químicos associados a métodos físicos (irradiação UV-C, ácidos orgânicos), na conservação dos alimentos, por meio da diminuição significativa ($p < 0,05$) dos valores encontrados nas amostras tratadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios das contagens de bactérias psicrotróficas em carne suína congelada em relação ao tempo de armazenamento (zero, 90, 180, 360 dias)

Tempo de armazenamento				
Tratamentos	0 (zero)	90 dias	180 dias	360 dias
C	2,81 ± 0,52 ^a	3,92 ± 0,46 ^a	4,47 ± 0,89 ^a	4,50 ± 0,04 ^a
T1	0,37 ± 0,52 ^{ab}	0,43 ± 0,22 ^{ab}	Ausência ^{ab}	Ausência ^{ab}
T2	0,32 ± 0,45 ^{ab}	0,37 ± 0,53 ^{ab}	Ausência ^{ab}	Ausência ^{ab}

Fonte: os autores.

Nota: C: (controle), T1: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + radiação UV-C 5,4 KJ; T2: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + radiação UV-C 9,46 KJ. a Médias na mesma linha, seguidas de diferentes letras minúsculas diferem significativamente em relação ao tempo de armazenamento ($p < 0,05$). ab Médias na mesma coluna, seguidas de diferentes letras minúsculas diferem significativamente em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

Para Patterson et al. (1993) e Farkas (1998), a radiação promove o aumento do prazo de vida comercial dos alimentos, não apenas por eliminar parte da contaminação bacteriológica, mas por causar danos nas células sobreviventes, aumentando sua sensibilidade para outros fatores utilizados na conservação, fazendo com que sejam destruídas com mais facilidade.

Constatou-se também, pela obtenção dos resultados, que a partir dos 90 dias ocorreu ausência de colônias de bactérias psicrotróficas. Os resultados são semelhantes aos observados por Prachaitthisadky et al. (1984), que encontraram valores menores que 2,8 e menores que 1,8 log₁₀, respectivamente, para as doses de 3 kGy e 4 kGy

aplicados à carne de frango congelada. Constatou-se também, pela obtenção dos resultados, que aos 90 dias ocorreu ausência de colônias de bactérias psicrótroficas, o que pode ser explicado pela ação do congelamento, associada aos tratamentos com radiação UV-C e ácidos orgânicos.

Pollard (1966) mencionou que, para os micro-organismos, uma dose de 0,1 kGy produz danos da ordem de 2,8% do DNA, porcentagem considerada letal para a maioria das bactérias.

Com base nos resultados dos três tratamentos durante os períodos de estocagem, verificou-se que o congelamento a -18 °C, durante todo o período de armazenamento, foi decisivo para a carne suína durante 180 dias, sem alterações sensoriais resultantes da contaminação pelas bactérias psicrótroficas, demonstrando importante contribuição da combinação dos ácidos orgânicos e radiação UV-C. Pode-se concluir que métodos combinados de radiação UV-C e ácidos orgânicos conseguem retardar o processo de deterioração da carne por meio da inibição das bactérias psicrótroficas proporcionalmente à dose utilizada.

Dependendo das características dos alimentos, a irradiação é aplicada em conjunto com outras técnicas de conservação (métodos combinados), para a redução da carga microbiana, seja patogênica ou deteriorante. A utilização de métodos combinados pode culminar com a redução da dose necessária para assegurar a estabilidade microbiológica do produto durante a distribuição, comercialização e consumo, sem prejudicar aspectos nutricionais ou sensoriais (SANT'ANA; ARAÚJO, 2007).

Os resultados da determinação de pH das amostras de carne suína de acordo com o método de conservação e durante os três intervalos de tempo de armazenamento estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de medição de pH das amostras congeladas em relação ao tempo de armazenamento (zero, 180 e 360 dias)

Tempo de armazenamento			
Tratamentos	0 (zero)	180 dias	360 dias
C	5,54 ± 0,02 ^a	5,61 ± 0,01 ^{ab}	5,81 ± 0,02 ^{ac}
T1	5,43 ± 0,02 ^{ab}	5,42 ± 0,02 ^{ab}	5,52 ± 0,03 ^b
T2	5,54 ± 0,04 ^a	5,58 ± 0,06 ^{ac}	5,66 ± 0,03 ^{bc}

Fonte: os autores.

Nota: **C**: (controle), **T1**: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + radiação UV-C 5,4 KJ; **T2**: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + radiação UV-C 9,46 KJ. ^a Médias na mesma linha, seguidas de diferentes letras minúsculas diferem significativamente em relação ao tempo de armazenamento ($p < 0,05$). ^{ab} Médias na mesma coluna, seguidas de diferentes letras minúsculas diferem significativamente em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

Conforme os dados obtidos, o aumento do pH foi detectado em todas as amostras, tratadas e não tratadas, sendo mais acentuado nas amostras controle, do início ao fim das análises. No primeiro dia de armazenamento após os tratamentos, a amostra controle não diferiu da amostra T2, mas diferiu significativamente da amostra T1, porém, esse valor ainda corresponde à faixa de variação de pH que caracteriza a carne própria para o consumo, quando considerado apenas esse parâmetro (BRASIL, 1999).

4 CONCLUSÃO

As contagens de bactérias psicrótroficas apresentaram valores maiores na amostra controle, porém, ainda dentro de valores adequados para o consumo. As combinações de ácidos orgânicos e radiação UV-C produziram redução da microbiota, tornando a carne mais segura para o consumidor. Os tratamentos com irradiação e ácidos orgânicos foram eficientes para a inativação das bactérias do gênero coliformes no período de armazenamento, mas, ao mesmo tempo, observou-se que o uso da tecnologia de congelamento permitiu que não houvesse detecção desse micro-organismo aos 360 dias de armazenamento. As amostras T1 e T2 apresentaram maiores valores de TBARS do que as amostras controle. Esses valores, maiores e diferentes significativamente ($p < 0,05$), não provocaram rejeição da carne tratada com combinações de ácidos orgânicos e radiação UV-C. Por meio da análise sensorial, permite-

-se observar a aceitação da carne tratada por parte dos julgadores, em relação à amostra controle. A carne suína congelada tratada com combinações de ácidos orgânicos e radiação UV-C permaneceu própria durante o período de armazenamento congelado a -18 °C.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. M. S. et al. Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na descontaminação de águas com turbidez e cor moderadas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 7, n. 1, 2, p. 38-47, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 20, de 21 de julho de 1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes – sal e salmoura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 set. 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 set. 2003.
- GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS. **A irradiação de alimentos: ficção e realidade**. Campinas, 1991.
- LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Ultraviolet light and food preservation. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G.; TAPIA, M. S.; CANO, M. P. **Novel food processing technologies**. New York: CRC, 2005.
- POLLARD, E. C. Phenomenology of radiation effects on microorganisms. **Handbook of Medical Radiology**, New York, v. 2, p. 1, 1966.
- RAHARJO, S.; SOFOS, N. J.; SCHMIDT, R. G. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, 1992.
- SANT'ANA, A. S.; ARAÚJO, I. O. Irradiação e a segurança e qualidade microbiológica dos alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 21, n. 151, p. 37-51, 2007.
- TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988.

