



**OCORRÊNCIA DE SULFURAÇÃO NEGRA EM CARNE ENLATADA:
EFEITO DOS PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO E EMBALAGEM**

CAROLINA C. M. **ALBERS**¹; FIORELLA B. H. **DANTAS**²; SÍLVIA T. **DANTAS**³;
MARISE A. R. **POLLONIO**⁴

Nº 12209

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar os parâmetros de embalagem, matéria-prima e processamento, que promovem a sulfuração negra em produto cárneo em conserva (*corned beef*). No total foram preparados 21 lotes experimentais, sendo que para avaliar o efeito do processo de fabricação das embalagens, foram selecionados parâmetros tais como revestimento interno de tampas com 2,8 e 5,6 g/m² de estanho total, tampas com defeitos superficiais provocados e tampas normais, além de verniz interno curado (200 °C) e supercurado (220 °C). Parâmetros da matéria-prima e das condições de processo também foram avaliados, tais como tempo após o abate e tempo e temperatura de processo. Os resultados obtidos nos ensaios de caracterização do material metálico apresentaram-se de acordo com as tolerâncias estabelecidas pela norma e com as variáveis pré-estabelecidas. Na caracterização do envernizamento interno, verificou-se maior porosidade e destacamento do verniz nas tampas com verniz supercurado, podendo ser atribuído à falha na flexibilidade do verniz causada pela alteração do processo de cura. As maiores ocorrências de sulfuração negra foram observadas nas amostras B e Q (excetuando-se as amostras com defeitos provocados), as quais apresentaram parâmetros como frescor da matéria-prima (12 dias), temperatura de enchimento (43 °C) e binômio de processo (125 °C/65 min) coincidentes. Maior incidência de sulfuração se deu na região próxima à recravação das latas (60,3 %), demonstrando que esta região deve receber maior atenção durante as etapas de especificação, envernizamento e fechamento. Quanto à composição gasosa, verificou-se que praticamente todo oxigênio presente no interior

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Eng. de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP, caalbers@fea.unicamp.br.

² Orientadora: Pesquisadora, CETEA/ITAL, Campinas-SP, fiorella@ital.sp.gov.br.

³ Colaboradora: Pesquisadora, CETEA/ITAL, Campinas-SP.

⁴ Colaboradora: Professora, FEA/UNICAMP, Campinas-SP.



da lata foi consumido durante o processamento térmico, indicando sua contribuição na reação.

ABSTRACT

The study objective was to evaluate the parameters of packaging, raw materials and processing, which promotes sulphide black in canned meat product (corned beef). Were prepared 21 experimental batches and to determine the effect of the manufacturing process of packages were evaluated parameters such as inner coating of lids with 2.8 and 5.6 g/m² total tin, scratched lids and normal lids, besides internal varnish cured (200 °C) and supercured (220 °C). Parameters of raw materials and process conditions were also evaluated as time after slaughter, process time and temperature. The results obtained from tests for characterization of metal material were in accordance with the tolerances established by the standards. In the characterization of the internal varnish, there was a higher porosity and detachment of the covers with varnish coating supercured, may be due to failure in the flexibility of the coating caused by the change of the heating process. The highest occurrences of sulphide black were observed in samples B and Q, which had parameters like raw material freshness (12 days), filling temperature (43 °C) and the binomial process (125 °C/65 min) coincident. Increased incidence of sulphide black occurred in the region close to the cans double seam (60.3 %), showing that this region should receive more attention during the stages of specification, varnishing and closing. It was found that substantially all oxygen present inside the can has been consumed during thermal processing.

INTRODUÇÃO

Sulfuração é um termo genérico utilizado para definir processos de descoloração que ocorrem internamente nas latas durante o acondicionamento de produtos alimentícios. É o resultado da reação dos produtos denominados sulfurosos com alguns componentes da embalagem, o estanho ou o ferro, formando sulfetos coloridos, em tonalidades marrom, arroxeada ou negra. A sulfuração não representa perigo do ponto de vista de saúde pública, não altera o sabor, odor e nem o valor nutritivo do produto e também não resulta em falha da embalagem, causa apenas alterações na sua aparência (DANTAS, 1999). Quando a reação ocorre com o ferro é denominada sulfuração negra e representa grandes perdas para a indústria de conservas, como é o caso do *corned beef*. No diagnóstico de causas de processos de sulfuração devem ser verificadas as características do material metálico, as condições

de acondicionamento e processamento do produto e o tipo e qualidade do verniz aplicado à embalagem.

A partir do contexto apresentado, a avaliação da influência da matéria-prima, do processamento e de parâmetros da embalagem no desenvolvimento da sulfuração negra de produtos cárneos enlatados apresenta grande relevância para o setor.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do material metálico utilizado na produção das latas (folhas-de-flandres com revestimento 2,8 e 5,6 g/m²)

Os ensaios para a caracterização do material metálico (espessura, dureza superficial, revestimento de estanho e rugosidade) foram aplicados a 6 corpos de prova de folhas-de-flandres, conforme métodos descritos em ABNT NBR 6665 (2010); Dantas, et al (1996); ABNT NBR 7407 (2009); NBR NM ISO 6508-1 (2008) e ABNT NBR 8481 (2008). A rugosidade da superfície metálica interna foi avaliada em relação à rugosidade média “Ra” conforme metodologia descrita em Dantas, et al (1996).

Caracterização do envernizamento interno utilizado na produção das latas (verniz interno curado – 200 °C e supercurado – 220 °C)

Os ensaios para a caracterização do envernizamento interno foram realizados no *side stripe* e em folhas-de-flandres previamente envernizadas e destinadas à fabricação dos componentes das latas (corpo, tampa e fundo). Foram avaliados 5 corpos de prova de cada região conforme metodologia descrita em Faria, et al. (1993), Dantas, et al. (1996), ABNT NBR 15660-1 (2008) e ASTM D 3359 (2008). A porosidade foi determinada através de um equipamento WACO Enamel Rater Test e o verniz foi identificado por espectrofotometria de absorção do infravermelho, utilizando equipamento Perkin Elmer, modelo Spectrum 100.

Obtenção, caracterização da matéria-prima e fluxograma de processo

A fabricação das latas foi realizada na fábrica de latas da JBS S.A., unidade de Lins/SP, em duas etapas: preparação das folhas-de-flandres através de corte das bobinas, envernizamento e cura e posterior fabricação de cada componente da lata (tampa, corpo e fundo), além da recravação.

A fim de provocar sulfuração nas amostras enlatadas com *corned beef*, tampas foram riscadas utilizando um suporte para a acomodação destas e um acessório específico de 1 kg de massa com uma lâmina de estilete acoplada em uma resina.

O processamento do *corned beef* foi realizado na planta da Fábrica de Conserva da JBS S.A., unidade de Lins/SP, e consistiu nas seguintes etapas: moagem da



matéria-prima, cozimento, formulação e homogeneização de ingredientes, envase, recravação, tratamento térmico e embalagem do produto final.

As variáveis estabelecidas para cada parâmetro foram: camada de estanho da face interna da tampa - 2,8 e 5,6 g/m², tampas com defeitos superficiais provocados (riscos) e tampas normais, além de verniz interno curado (200 °C) e supercurado (220 °C), matéria-prima congelada com 12 dias, 18 dias e 19 dias após o abate, temperaturas de enchimento de 43 °C, 35 °C, 55 °C, 38 °C e 42 °C e tempo e temperatura de tratamento térmico equivalentes a 121 °C/80 min e 125 °C/65 min (padrão da empresa).

Foram realizadas pelo Laboratório de Garantia de Qualidade da JBS S.A. as análises de composição centesimal e microbiológicas nas 3 variáveis da matéria-prima, para *Coliformes a 45 °C*, *Escherichia coli* e *contagem de coliformes totais, psicrófilos* e *Staphylococcus aureus* de acordo com os métodos da AOAC (2010).

Avaliação dos sistemas de embalagem e processo

A fim de caracterizar a condição de enchimento foram avaliadas 32 latas de acordo com metodologias descritas por Dantas, et al. (1996). O nível de pressão interna negativa (vácuo) ou positiva foi determinado utilizando-se um manovacuômetro, marca Zürich com capacidade de ± 15 psi e resolução de 0,01 psi. A determinação do nível de enchimento pela altura do espaço-livre foi realizada utilizando-se régua T de 30 mm, com resolução de 1 mm. A determinação do peso líquido foi realizada conforme metodologia descrita em Zenebon e Pascuet (2005). O volume do espaço-livre foi determinado conforme Dantas, et al. (1996) e a composição gasosa do espaço-livre foi avaliada quanto à presença de oxigênio, nitrogênio, gás carbônico e hidrogênio utilizando-se um cromatógrafo Agilent, modelo 7890. Os resultados foram expressos em termos de porcentagem em volume de gás (% v/v) (DANTAS, et al., 1996). As latas e os blocos do produto foram avaliados visualmente em relação à presença de sulfuração negra nas diferentes regiões das latas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do material metálico e do envernizamento interno utilizado na produção das latas

De acordo com as normas específicas de cada ensaio realizado, as amostras avaliadas encontraram-se dentro das tolerâncias permitidas (ABNT NBR 6665:2010; ABNT NBR 7407:2009; ABNT NBR 6508-1:2008; ABNT NBR 8481:2008). Da mesma forma, quanto à rugosidade, a amostra de corpo pode ser classificada como

acabamento brilhante e as amostras de tampa e fundo como acabamento risco de pedra.

Para camada seca o valor informado pela JBS S.A. para tampa e corpo foi $7,750 \pm 0,775 \text{ g/m}^2$ e para fundo $8,525 \pm 0,465 \text{ g/m}^2$. Assim, as amostras de tampas apresentaram resultados dentro do esperado, porém as amostras de corpo e fundo obtiveram maior quantidade de verniz, proporcionando um melhor recobrimento do aço base quando comparado à tampa. Para o *side stripe* o valor encontrado foi de $77,56 \pm 6,67 \text{ g/m}^2$. Tais resultados estão dentro do intervalo de 5 a 12 g/m^2 para vernizes líquidos e de 30 a 160 g/m^2 conforme Vernicolor, AG, s.d. apud Faria, et al. (1993).

Os vernizes presentes nos componentes das latas foram identificados como epóxi-fenólico alumínio para tampa e corpo e organossol alumínio para fundo e *side stripe*, o que condiz com as especificações informadas pela empresa fabricante das latas. A aderência do verniz interno das amostras de tampa com cura normal, corpo, fundo e *side stripe* apresentou-se excelente. Já as amostras de tampas supercuradas apresentaram destacamentos do verniz, sendo que a tampa de maior revestimento ($5,6 \text{ g/m}^2$) apresentou o pior desempenho. O grau de cura avaliado pela absorção de corantes demonstrou que a maior temperatura de cura permite um maior agrupamento das moléculas de verniz, porém uma menor flexibilidade. A porosidade das latas supercuradas se mostrou superior à das latas com cura normal, sendo os valores médios $162,6 \pm 51,5 \text{ mA/lata}$ e $127,7 \pm 56,7 \text{ mA/lata}$ respectivamente, o que pode ser atribuído a sua maior susceptibilidade à descontinuidade do verniz decorrente da menor flexibilidade.

Obtenção, caracterização da matéria-prima e fluxograma de processo

Os lotes foram definidos de acordo com as variáveis estabelecidas para cada parâmetro de processo, tais como: frescor e temperatura de enchimento (12 dias/43 °C e 35 °C; 18 dias/55 °C e 38 °C; 19 dias/ 42 °C) e binômio de tratamento térmico (121 °C/80 min e 125 °C/65 min - padrão da empresa). Foram preparados 21 lotes experimentais identificados através de letras.

As avaliações realizadas para caracterização da matéria-prima mostraram ligeira queda para nitrogênio total e proteína conforme a data de abate do animal. Para atividade de água, pH e umidade não houve grandes variações, assim como para os resultados de gordura e cinzas, permanecendo próximos aos valores de referência e características intrínsecas da carne *in natura* (73% de água, 21% de proteína e 6% de lipídeos) (LAMBERT et al., 1991 apud NISHI, 2008).

Nas análises microbiológicas, maiores valores foram obtidos para contagem de coliformes totais e a 45 °C na amostra referente à matéria-prima com 19 dias de frescor. De acordo com a Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 da ANVISA, os resultados se apresentaram baixos, indicativo de boa qualidade, uma vez que representam as condições higiênico-sanitárias e manipulação adequadas (BRASIL, 2001). A matéria-prima com data mais recente (12 dias) apresentou maior carga microbiana de micro-organismos psicrotróficos, principais agentes de deterioração de carnes, quando comparado às demais.

Avaliação dos sistemas de embalagem e processo

A Tabela 1 apresenta os resultados referentes aos parâmetros altura do espaço-livre, pressão negativa/positiva e peso líquido das embalagens dos 21 lotes experimentais.

A formação do vácuo é grandemente dependente da temperatura do produto durante o enchimento até o fechamento da embalagem, ou seja, quanto maior a temperatura maior o vácuo. Além disso, o nível de enchimento da embalagem também exerce influência, ou seja, para a mesma temperatura do produto, mesma quantidade e mesma condição de fechamento o vácuo será maior quanto menor o volume do espaço livre, desde que mantido um valor mínimo. Além desses, também devem ser citados como fatores de influência a quantidade de ar presente ou incorporada no produto e a eficiência do equipamento quando o vácuo é aplicado mecanicamente. De certa forma os resultados obtidos comprovam que um menor peso, associado à maior altura do espaço-livre levam a formação do vácuo. Essa constatação pode ser feita quando comparamos os resultados desses parâmetros para as amostras G, I e N, por exemplo. As amostras I e N também possuem baixos resultados para volume de ar, mas não se pode dizer o mesmo para a amostra G que apresentou o maior resultado para volume. As amostras A e P apresentaram resultados elevados para volume de ar e as menores incidências de latas com sulfuração.

Considerando-se as amostras não riscadas (tampas normais) nas quais a sulfuração negra ocorreu exclusivamente pelas variáveis de interesse, as maiores ocorrências de sulfuração negra foram observadas nas amostras B e Q, as quais apresentaram menor espaço-livre, maior peso e pressão interna. Também são coincidentes a data de abate (12 dias com maior contagem de psicrotróficos), a temperatura de enchimento (43 °C) e o binômio de processo (125 °C/65 min). Na Figura 2 observa-se a quantidade, em porcentagem, de latas com produto que apresentou sulfuração negra.

TABELA 1. Resultados das diferentes avaliações das embalagens referentes aos tratamentos utilizados.

Amostra (lote)	Altura do espaço-livre ⁽¹⁾ (cm)	Vácuo ⁽¹⁾ (psi)	Peso líquido ⁽¹⁾ (g)	Volume ⁽²⁾ (mL)
A	0,50 ± 0,04	0,09 ± 0,07	342,59 ± 2,32	7,91 ± 2,58
B	0,45 ± 0,06	0,08 ± 0,07	353,62 ± 2,89	6,39 ± 0,71
C	0,59 ± 0,03	0,10 ± 0,07	340,62 ± 2,06	5,59 ± 0,93
D	0,40 ± 0,05	0,09 ± 0,09	357,06 ± 2,87	4,96 ± 0,54
E	0,50 ± 0,04	0,06 ± 0,14	347,17 ± 3,35	5,41 ± 0,27
F	0,41 ± 0,05	0,08 ± 0,08	354,98 ± 3,47	5,56 ± 0,46
G	0,58 ± 0,10	-0,06 ± 0,56	335,00 ± 12,51	10,71 ± 2,12
H	0,58 ± 0,03	0,10 ± 0,08	346,54 ± 3,85	3,16 ± 0,49
I	0,58 ± 0,05	-0,09 ± 0,73	334,38 ± 8,37	3,17 ± 0,19
J	0,56 ± 0,04	0,12 ± 0,07	340,54 ± 3,52	7,93 ± 1,24
K	0,50 ± 0,05	0,09 ± 0,07	348,85 ± 2,15	3,78 ± 1,59
L	0,44 ± 0,05	0,10 ± 0,09	347,31 ± 1,69	6,48 ± 0,93
M	0,59 ± 0,03	0,11 ± 0,09	341,10 ± 3,07	5,59 ± 1,85
N	0,60 ± 0,03	0,03 ± 0,30	335,69 ± 5,05	4,17 ± 0,46
O	0,53 ± 0,07	0,07 ± 0,12	342,11 ± 2,89	7,31 ± 0,71
P	0,52 ± 0,05	0,11 ± 0,11	340,46 ± 2,69	8,34 ± 0,93
Q	0,45 ± 0,06	0,10 ± 0,08	352,19 ± 3,20	3,73 ± 1,29
R	0,58 ± 0,03	0,09 ± 0,13	341,19 ± 2,89	4,72 ± 0,39
S	0,46 ± 0,07	0,10 ± 0,11	350,55 ± 4,99	4,35 ± 0,39
T	0,49 ± 0,06	0,09 ± 0,11	343,19 ± 3,53	7,76 ± 1,73
PP	0,50 ± 0,07	-0,40 ± 0,86	361,38 ± 28,52	4,83 ± 1,48

(1) Resultado de 32 determinações; (2) Resultado de 3 determinações; Média ± Desvio-padrão

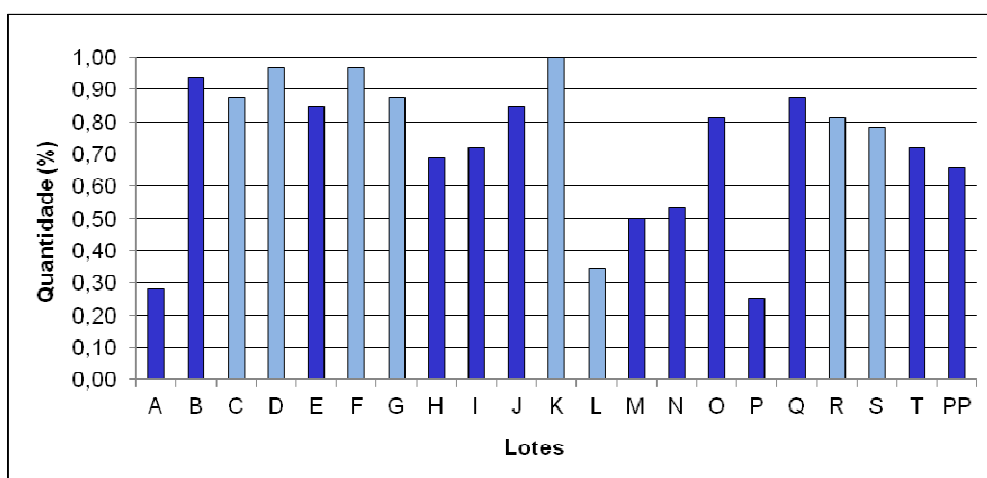


FIGURA 2. Resultados da avaliação visual para sulfuração negra em latas de *Corned Beef*. Lotes C, D, F, G, K, L, R e S com tampas riscadas e os demais sem riscos.

Assim, verifica-se que a sulfuração negra ocorreu tanto em lotes nos quais a sulfuração foi provocada (onde se esperava) quanto em lotes sem riscos. Apenas os lotes A, L, M, N, O e P apresentaram quantidades inferiores a 53,12% de latas com sulfuração. Classificando a sulfuração de acordo com sua localização, verifica-se maior incidência na região próxima à recravação das latas (60,3 %) e no local no qual foram feitos os riscos, com 20,7 % (Figura 3). Esse fato demonstra que a região de recravação (com maior solicitação mecânica do verniz) deve receber maior atenção durante as etapas de especificação, envernizamento e fechamento.



FIGURA 3. Presença de sulfuração negra em *Corned Beef*.

A Tabela 2 apresenta os resultados da composição gasosa nas latas processadas. Devido à grande quantidade de tratamentos, optou-se por selecionar os tratamentos que representariam os parâmetros das condições de processo.

TABELA 2. Resultados da determinação da composição de O₂, CO₂, H₂ e N₂ nas latas de *Corned Beef*, em porcentagem⁽¹⁾.

Amostra	Porcentagem de gás (v/v)			
	O ₂	CO ₂	H ₂	N ₂
A	2,20 ± 0,45	0,92 ± 0,07	0,21 ± 0,03	89,37 ± 3,95
E	2,33 ± 0,70	0,00	0,20 ± 0,02	90,51 ± 1,87
G	1,15 ± 0,38	0,00	0,30 ± 0,04	89,98 ± 2,92
I	1,86 ± 0,27	0,00	0,18 ± 0,01	90,43 ± 1,08
K	2,72 ± 0,15	0,00	0,41 ± 0,01	91,23 ± 0,80
M	4,27 ± 1,28	0,00	0,16 ± 0,02	87,39 ± 3,80
Q	3,60 ± 1,32	0,00	0,44 ± 0,09	92,23 ± 2,02
R	3,10 ± 1,19	0,00	0,17 ± 0,03	92,75 ± 1,04
S	3,76 ± 1,57	0,00	0,18 ± 0,03	91,44 ± 1,92
PP	1,79 ± 0,42	0,00	0,18 ± 0,06	84,52 ± 6,21

(1) Resultado de 5 determinações; Média ± Desvio-padrão



Considerando-se a composição média do ar como 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases, verifica-se que praticamente todo oxigênio presente no interior da lata foi consumido durante o processamento térmico, uma vez que se observou baixo oxigênio residual na lata. O oxigênio atua como despolarizante acelerando o processo de corrosão. A quantidade de oxigênio consumido é elevada no início do processo de estocagem, ou seja, imediatamente após o envase e diminui ao longo do tempo (MANNHEIM, PASSY, 1982). O oxigênio residual influencia na quantidade e aparência dos depósitos escuros através da competição com o enxofre pelo ferro e íon férrico, participando do equilíbrio químico que resulta no depósito escuro formado por FeS e Fe(OH)_2 , dentre outros compostos (PIGOTT, DOLLAR, 1963). Apenas no lote A foi identificado a presença do gás carbônico. Quanto ao nitrogênio, todos os lotes apresentaram porcentagens superiores a 84,52 %, indicando aumento da concentração deste na embalagem provavelmente devido à redução do oxigênio.

CONCLUSÃO

As maiores ocorrências de sulfuração negra foram observadas em amostras que apresentaram menor espaço-livre, maior peso e pressão interna. Os parâmetros coincidentes foram data de abate (12 dias com maior contagem de psicrotróficos), a temperatura de enchimento (43 °C) e o tempo e temperatura de processo (125 °C/65 min), sugerindo alguma correlação entre tais parâmetros.

Verificou-se maior incidência de sulfuração negra na região próxima à recravação e no local no qual foram feitos os riscos, demonstrando que maior atenção deve ser dada às etapas de especificação, envernizamento e fechamento das latas, uma vez que a região de recravação requer maior solicitação mecânica do verniz.

No que se refere à composição gasosa do produto, notou-se que praticamente todo oxigênio presente no interior da lata foi consumido durante o processamento térmico, resultando em baixas porcentagens de oxigênio residual que influencia na quantidade e aparência dos depósitos escuros.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ/PIBIC, pela bolsa concedida, à empresa JBS S.A. pela cessão dos materiais, das latas e da planta de processamento e ao CETEA/ITAL, pela oportunidade de estágio.



REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6665**: folhas laminadas de aço-carbono revestidas eletroliticamente com estanho ou cromo ou não revestidas - especificação. Rio de Janeiro, 2010. 23 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7407**: folhas de aço - determinação da dureza Rockwell superficial. Rio de Janeiro, 2009. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8481**: determinação do revestimento de estanho pelo método coulométrico (eletrolítico) – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2008. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15660-1**: Folhas de aço - Aderência de revestimentos orgânicos - Parte 1: Ensaio de revestimentos orgânicos através de fita adesiva. Rio de Janeiro, 2008. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM ISO 6508-1**: materiais metálicos - ensaio de dureza Rockwell- Parte 1: Método de ensaio (escalas A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T). Rio de Janeiro, 2008. 27 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed., 3rd rev. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. xxix, 1 v.
- ASTM INTERNATIONAL. **ASTM D 3359**: standard test method for measuring adhesion by tape test. Philadelphia, 2008. 7 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 26 jul. 2012.
- DANTAS, S. T.; ANJOS, V. D. A.; SEGANTINI, E.; GATTI, J. A. B. **Avaliação da embalagens metálicas**: aço e alumínio. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 317 p.
- DANTAS, S. T.; GATTI, J. A. B. e SARON, E. S. O processo de sulfuração. In: **Embalagens metálicas e a sua interação com alimentos e bebidas**. Campinas, SP. CETEA/ITAL, 1999.
- FARIA, E. V.; DANTAS, S. T.; ANJOS, V. D. A. **Avaliação de latas eletrossoldadas**. Campinas: CETEA/ITAL, 1993. 54 p.
- MANNHEIM, C., PASSY, N. Internal corrosion and shelf-life of food cans and methods of evaluation. Critical Reviews. In: **Food Science and Nutrition**, v.17, n.4, p.371-407, 1982.
- NISHI, Luciene M. **Efeito da temperatura de estocagem sobre a estabilidade de carne bovina (M. Gluteus medius) embalagem a vácuo**. 2008. 123 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- PIGGOT, G. M.; DOLLAR, A. M. Iron sulfide blackening in canned protein foods: oxidation and reduction mechanisms in relation to sulfur and iron. **Food Technology**, Chicago, v. 17, n. 4, p. 481-484, April 1963.
- ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; (coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde / ANVISA, São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1018p.