

PERNIL DE CORDEIRO MATURADO SOB REFRIGERAÇÃO E ACONDICIONADO EM DIFERENTES SISTEMAS DE EMBALAGEM COM ATMOSFERA MODIFICADA

F. R. DANTAS^{1,2}, L.S. SOARES¹, J.C.C. PETRUS¹, M.S. MADRUGA³, A.R. MONTEIRO¹,

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Pós-graduação em Engenharia de Alimentos

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Floresta

³ Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Ciência e Tecnologia, Pós-graduação em Engenharia de Alimentos

E-mail para contato: fabiana.dantas@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo estudar a influencia de diferentes sistemas de acondicionamento na vida útil de pernil de cordeiro maturado sob refrigeração. Os produtos foram maturados a 3°C sob as seguintes condições: vácuo, em atmosferas modificadas (contendo 70 % CO₂/30% de N₂ e 100 % de CO₂), e em ar atmosférico (controle) por 28 dias. Foram realizadas análises de atividade água, cor, pH, composição centesimal, perda de água e análises microbiológicas - contagem de coliformes totais e termotolerantes, psicrófilos, psicrotróficos, mesófilos, bactérias lácticas e presença de *Salmonella*. A contagem microbiana durante 14 dias foi inferior para as amostras maturadas a vácuo e sob atmosfera modificada, enquanto sob ar atmosférico foi quatro vezes superior à contagem inicial. Entre as atmosferas modificadas, as amostras maturadas em 100% de CO₂ apresentaram maior vida útil.

1. INTRODUÇÃO

A produção de carne ovina no Brasil está em ascensão e sua comercialização é predominantemente sob a forma congelada e, como consequência, tem atraído pouco os consumidores, que desejam produtos que ofereçam segurança e praticidade. Deste modo, estudos vêm sendo realizados com o objetivo de aumentar a vida de prateleira destes produtos, além de manter e/ou melhorar as características sensoriais relacionadas com sabor, cor e textura (MADRUGA et al., 2005; MONTE et al, 2012).

A maturação é utilizada visando melhorar os atributos sensoriais da carne, através da ação de enzimas proteolíticas que hidrolisam parcialmente as miofibrilas, resultando no aumento de sua maciez e suculência. Produtos cárneos embalados sob atmosfera modificada (AM) têm seu sabor e maciez intensificados. Fernandes et al. (2014) verificaram que a aplicação de CO₂ durante a maturação e armazenamento de carne ovina com atmosfera modificada, não altera suas características físico-químicas.

Neste sentido, diversas pesquisas têm mostrado resultados promissores referentes ao aumento da vida útil de carne ovina levando à obtenção de produtos com características sensoriais e microbiológicas desejáveis, após o período de maturação com uso de atmosfera modificada (FERNANDES et al, 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes sistemas de acondicionamento na vida de útil de pernil de cordeiro maturado sob refrigeração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Pernis desossados obtidos de cordeiro da raça Ile de France, com média de 1 ano de idade, recém abatidos, foram adquiridos em frigorífico com inspeção estadual, na grande Florianópolis/SC. Foram transportados em recipiente hermético isotérmico com gelo para o Laboratório de Propriedades Físicas de Alimentos - UFSC, onde foram fracionados em fatias de 300 ± 50 g. Estas amostras foram maturadas em embalagens flexíveis de alta barreira compostas de polietileno e poliamida. Os experimentos seguiram um planejamento fatorial 4×4 , tipo de acondicionamento (controle – t_1 ; vácuo – t_2 ; 70% de CO_2 +30% de N_2 – t_3 , 100% de CO_2 – t_4) e tempo de maturação (7, 14, 21 e 28 dias) a 3°C .

As misturas de gás utilizadas foram 70 % CO_2 +30% de N_2 (Conservare 62 Air Liquide) e 100% de CO_2 (ALIGAL White Martins). O envase dos produtos foi realizado em seladora com injeção de gás, com tempo de ajuste no momento da injeção de 10 s de vácuo e 9 s da mistura gasosa. Em seguida as embalagens foram seladas. Os gases foram monitorados mediante a leitura da concentração no interior das embalagens utilizando-se analisador de gases (CheckMate II, PBI Dansensor).

A vida de prateleira dos produtos maturados foi determinada por meio dos seguintes parâmetros:

- *Composição centesimal*: As determinações de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos foram realizadas de acordo com as normas analíticas da AOAC (2000).

- *Medida da cor*: Foi realizada segundo metodologia descrita por Abularach; Rocha; Felício (1998), utilizando colorímetro digital, no espaço colorimétrico CIELAB, definido por L^* , a^* , b^* . A coordenada L^* corresponde ao teor de luminosidade (0 a 100 – preto ao branco), a^* à cromaticidade verde (-a)/vermelho(+a) e b^* à azul(-b)/amarelo(+b). As amostras foram descongeladas a 4°C por 24 horas e expostas ao ar atmosférico por um período de 45 minutos para proceder a leitura da cor em três pontos distintos das amostras.

- *pH*: Utilizou-se potenciômetro digital de penetração diretamente nas amostras antes e após cada condição de maturação. A medida foi realizada em três pontos de cada amostra, próximo às extremidades esquerda e direita e no centro.

- *Atividade de água (a_w)*: Foi determinada pelo método direto 978.18, descrito pela AOAC (2000), utilizando-se de higrômetro (Aqualab, da Decagon Devices).

- *Capacidade de retenção de água (CRA)*: A capacidade de retenção de água foi determinada utilizando-se método modificado de centrifugação, conforme descrito por Desmond et al. (2000).

- *Perda de Água por Cocção (PAC)*: foi realizada de acordo com metodologia adaptada a partir de AMSA (1995).

- *Análises microbiológicas:* Pesquisou-se a incidência de Coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella*, psicrofílos, psicrotróficos, mesófilos e bactérias ácido lácticas (BAL) nas amostras frescas (tempo zero). As amostras maturadas foram amostradas a cada 7 dias, de forma aleatória aos 7, 14, 21 e 28 dias, e enviadas para análise laboratorial de psicrofílos. Todas as análises foram realizadas conforme ISO 7937 (2007).

Os resultados obtidos foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas através do teste de Tukey, em nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição gasosa nas embalagens sob AM

Como esperado em produtos cárneos, na Figura 1 observou-se uma redução da concentração de CO₂ no volume livre das embalagens. Atribui-se esta redução à dissolução do gás no produto (FERNANDES et al., 2014), que ocorre nas primeiras horas após o envase. Tendo em vista que a composição da AM é dinâmica e sofre influência do metabolismo microbiano, da absorção do gás no produto e da permeabilidade do material da embalagem (JAKOBSEN & BERTELSEN 2004). A presença de O₂ nas embalagens foi praticamente zero ao longo da maturação e as embalagens utilizadas foram eficazes na conservação dos gases em seu interior.

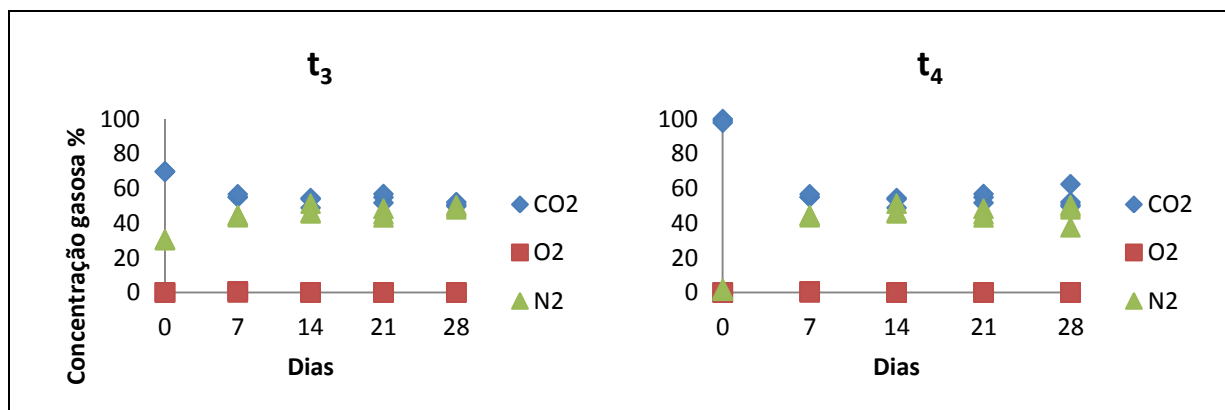


Figura 1. Composição gasosa nas embalagens durante a maturação nos tratamentos sob AM 70% de CO₂+30% de N₂ (t₃) e 100% de CO₂ (t₄) com a 3°C.

3.2. Caracterização físico-química

O teor de umidade, proteína, resíduo mineral e lipídeos foi $72,60 \pm 0,46$, $19,01 \pm 0,31$, $0,94 \pm 0,017$, $8,34 \pm 0,15$ g/100g, respectivamente. Estes valores são compatíveis com relatos da literatura (JARDIM et al., 2007; FERNANDES et al., 2012), a exceção do teor de lipídeos que foi elevado quando comparado ao teor de outros cortes cárneos. Isto se deve a composição própria do pernil, tendo em vista a composição muscular variada, tecido conjuntivo e gordura entremeada na fibra muscular.

Os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*) (Tabela 1) não apresentaram variação ($p>0,05$) ao analisar as amostras com e sem embalagem. Informação relevante, considerando-se que a cor do produto embalado é um parâmetro importante para o consumidor no momento da compra.

Considerando-se o tempo de maturação, a intensidade de luminosidade L^* diferiu ($p<0,05$) entre tratamentos nas amostras com embalagem aos 7 dias. Enquanto que aos 14 dias, diferiu ($p<0,05$) com e sem embalagens aos 14 dias, quando analisada a influencia dos sistemas de acondicionamento. Estas diferenças podem ser atribuídas à presença de CO_2 na composição gasosa nas embalagens.

Não houve perda de coloração quanto à luminosidade durante o período de maturação das amostras ($p>0,05$). Esse fenômeno pode estar relacionado à manutenção do pH no período, diferentemente do esperado, tendo em vista que a maturação promove o escurecimento e perda da luminosidade pela ação da oximioglobina (JAKOBSEN & BERTELSEN, 2004). Acredita-se que a rancificação e/ou oxidação lipídica nas amostras foi mínima, bem como a desnaturação das proteínas, já que não houve aumento dos valores médios de L^* , fator que aumenta a dispersão da luz (MANO et al., 2002).

Tabela 1. Medição de cor das amostras maturadas sob vácuo, atmosfera modificada com 70% CO_2 , atmosfera modificada com 100% CO_2 e em ar atmosférico aos 7, 14, 21 e 28 dias a $3^\circ C$

Tempo	Parâmetros	Tratamentos							
		Controle		Vácuo		AM 70%		AM 100%	
		c/e	s/e	c/e	s/e	c/e	s/e	c/e	s/e
7	a^*	10,87	12,00	12,21	13,28	11,28	13,42	11,13	11,82
	b^*	9,82	10,03	9,13	10,16	9,38	10,57	10,71	10,10
	L^*	39,69 ^a	42,09	30,89 ^a	39,57	36,9 ^a	37,24	41,05 ^b	42,76
14	a^*	11,24	13,28	10,66	12,56	10,34	11,34	10,70	11,33
	b^*	11,43	12,37	9,56	10,35	9,04	9,04	10,70	10,62
	L^*	40,94 ^a	44,34 ^a	39,79 ^{ab}	41,84 ^{ab}	39,66 ^b	39,23 ^b	38,9 ^a	43,82 ^a
21	a^*	10,81	-	10,39	11,36	10,12	11,11	10,03	11,76
	b^*	11,48	-	9,31	9,89	9,34	9,79	9,02	9,34
	L^*	42,58	-	38,54	43,29	36,91	42,22	39,48	42,69
28	a^*	8,5	-	8,88	-	8,02	-	9,23	11,82
	b^*	8,65	-	9,57	-	8,01	-	8,86	10,10
	L^*	40,79	-	41,77	-	40,91	-	40,48	42,76

c/e- com embalagem; s/e- sem embalagem, medida feita 45min após a abertura do produto em triplicata; a^* cromaticidade verde (-)/vermelho (+), b^* (azul(-)/amarelo(+)) e L^* (luminosidade). Valores seguidos por letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey ($p<0,05$). Dentro de um mesmo tempo, valores seguidos de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey. Ausência de letra quando ($p>0,05$)

Em AM de 70% de $CO_2+30\%N$, a intensidade de L^* foi equivalente às amostras maturadas sob vácuo, apresentando diferença significativa quando contrastado ao grupo controle e com 100% de CO_2 aos 14 dias, não havendo diferença significativa entre as amostras embaladas sob vácuo e AM aos 21 dias. Fernandes et al. (2014) estudaram o lombo

de cordeiro estocado (4°C) por 21 dias com vácuo, 75 % de O₂ + 25 % de CO₂ e 100 % de CO₂ e encontraram valores médios de L* 36,95 ± 1,05, 38,47 ± 1,05 e 36,32 ± 1,05, respectivamente, inferiores aos obtidos neste estudo em relação ao vácuo (43,29) e 100% de CO₂ (42,69).

A maturação e o tipo de acondicionamento não afetaram (p>0,05) os teores de a* e b*. No entanto, verifica-se uma tendência de cor verde (-a*) no grupo controle a partir dos 14 dias e nas amostras sob vácuo e AM após 21 dias. Quando sob AM de 100%CO₂, houve a manutenção da coloração avermelhada brilhante durante todo o período de maturação.

O teor a* das amostras com 100% de CO₂ aos 21 dias (11,76) mostra a eficácia do uso desta atmosfera na manutenção da coloração da carne, tendo em vista que descoloração superficial ocorre quando se identifica valores mais elevados de a* (>15). Verifica-se diferença entre os cortes cárneos (pernil e lombo) maturados sob mesma atmosfera, considerando que Fernandes et al. (2014) encontraram teor de l* (13,01± 0,54) mais elevado em lombo de cordeiro maturado (4°C).

Observa-se uma pequena redução nas médias de b*, que pode ser devida à baixa quantidade de O₂ presente no sistema. Em pesquisas com AM, contendo diferentes níveis de O₂, Vergara e Galego (2001) e Fernandes et al. (2014) encontraram valores de b* crescentes, pela ação da oximioglobina.

Tabela 2. Valores médios de pH, atividade água, capacidade de retenção de água e perda de água por cocção da carne de cordeiro fresca (AF) e carne de cordeiro maturadas em sistemas de vácuo, atmosfera modificada com 70% CO₂ e com 100%CO₂, e grupo controle, aos 7, 14, 21 dias a 3°C

Tratamento	Tempo (dias)	pH	aw	CRA	PAC
AF	0	5,81	0,995	35,33	34,54
Controle	7	5,60 ^{aA}	0,992 ^{aA}	33,35 ^{aA}	48,99 ^{aA}
	14	5,72 ^{aA}	0,992 ^{aA}	24,60 ^{aA}	44,52 ^{aA}
Vácuo	7	5,55 ^{aA}	0,991 ^{aA}	35,89 ^{bA}	48,92 ^{bA}
	14	5,61 ^{aA}	0,994 ^{aA}	26,59 ^{abA}	46,91 ^{bA}
	21	5,45 ^{aA}	0,993 ^{aB}	26,36 ^{aA}	36,43 ^{aA}
ATM 70%CO ₂	7	5,61 ^{aA}	0,992 ^{aA}	34,81 ^{aA}	44,92 ^{aA}
	14	5,65 ^{aA}	0,991 ^{aA}	26,78 ^{abA}	48,44 ^{aA}
	21	5,47 ^{aA}	0,990 ^{aA}	26,22 ^{bA}	56,82 ^{aB}
ATM 100%CO ₂	7	5,59 ^{aA}	0,993 ^{aA}	34,02 ^{bA}	40,96 ^{aA}
	14	5,56 ^{aA}	0,991 ^{aA}	27,03 ^{aA}	39,97 ^{aA}
	21	5,61 ^{aA}	0,990 ^{aA}	21,72 ^{aA}	41,00 ^{aA}

Letras minúsculas e maiúsculas diferentes diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05), para tratamentos e tempo, respectivamente.

Os valores médios de pH e aw, expressos na Tabela 2, não sofreram variações quanto à interação entre o tipo de acondicionamento e o tempo de maturação. No entanto, quando

observada a influencia do tempo na aw aos 21 dias, verifica-se diferença ($p < 0,05$) do tratamento a vácuo em relação às demais atmosferas utilizadas.

Os valores de pH encontrados neste estudo estão de acordo com a faixa considerada normal (5,5 - 5,8) para carne de cordeiro e são semelhantes aos obtidos por Linares, Bórnez e Vergara (2008) e Bórnez, Linares e Vergara (2010) em *Longissimus dorsi* de cordeiro maturado. Este pH é ligeiramente mais elevado do que aqueles encontrados em outras carnes, como a de bovino. Este fator pode favorecer o crescimento microbiano, resultando em uma menor durabilidade da carne (TERLOUW, 2005). Houve uma pequena redução no pH ao longo do tempo, provavelmente devido à dissolução de CO_2 no músculo, com consequente formação de ácido carbônico (JAKOBSEN & BERTELSEN, 2004). De acordo com Lawrie e Ledward (2006), quando não ocorre esta redução do pH, este fenômeno pode ser devido à depleção da reserva de glicogênio no momento do abate.

A CRA não variou significativamente ($p > 0,05$) entre os tratamentos, mas houve variação ($p < 0,05$), entre os períodos de armazenamento. A CRA diminuiu com a utilização da AM, sendo mais pronunciada no tratamento com 100% de CO_2 . A perda de água por cocção variou significativamente, principalmente quando observadas as diferenças entre os tratamentos. A proporção de gases utilizada não influenciou na CRA. Entretanto, houve variação mais perceptível no tratamento sob vácuo.

3.3. Análises microbiológicas

A contagem inicial de microrganismos evidenciou ausência de *Salmonella*, e para Coliformes termotolerantes, Coliformes totais, Psicrotróficos, Psicrófilos, Mesófilos e BAL foi de $>1,0$; 3,9; 3,5; 5,7; 5,4 e 3,8 Log (UFC/g), respectivamente. As contagens de microrganismos foram inferiores a 10^2 UFC/g, atendendo à legislação brasileira vigente. Contribuiu para este resultado, a procedência das peças de carne que foram adquiridas diretamente em abatedouro que atende às rigorosas condições de higiene e o manuseio em laboratório, também com medidas higiênicas apropriadas. Diante das baixas contagens de microrganismos totais, coliformes e ausência de *Salmonella*, optou-se por verificar apenas a presença dos psicrófilos que se desenvolvem numa faixa ótima de temperatura entre 0 e 7°C.

Houve diferenças ($p < 0,05$) entre os tratamentos em função do tempo quanto à carga microbiana (Figura 2). Para os tratamentos estudados o acondicionamento a vácuo e AM, contendo 70% de CO_2 /30% N_2 , apresentaram o mesmo tempo de vida de prateleira de 14 dias, quanto à contagem microbiológica e parâmetros físico-químicos. O tratamento com AM contendo 100% CO_2 , apresentou contagem microbiológica até os 21 dias em níveis aceitáveis para consumo (10^7 UFC/g). A maior quantidade de dióxido de carbono, em conjunto com a baixa temperatura, retardou o desenvolvimento dos microrganismos alvo, havendo sinergismo entre estes dois fatores (FERNANDES ET AL., 2014; BLICKSTAD & MOLIN, 1983).

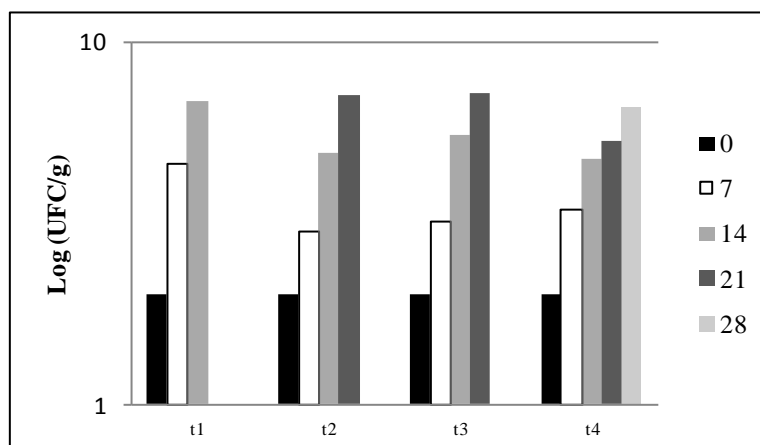


Figura 2. Contagem de microrganismos psicrófilos em amostras acondicionadas sob controle (t_1), vácuo (t_2), 70% de CO_2 +30% de N_2 (t_3) e 100% de CO_2 (t_4) maturadas durante 28 dias a 3°C .

Segundo Mano et al. (2002), o uso da refrigeração e acondicionamento em AM, além de impedir o crescimento de determinados microrganismos, prolongam as fases de latência e os tempos de duplicação da microbiota que pode desenvolver-se nestas condições. Desta forma, os sistemas de acondicionamento apresentaram diferenças quanto à vida de prateleira dos produtos ao longo do tempo de estocagem e as atmosferas modificadas prolongaram a vida útil em no mínimo 21 dias.

4. CONCLUSÃO

Das técnicas de acondicionamento para carne de cordeiro empregadas no presente estudo, o uso de 100% de CO_2 , mostrou ser a atmosfera mais indicada, por não apresentar mudanças significativas quanto aos parâmetros de cor, pH, aw e CRA, além da menor contagem microbiana das carnes. Esses resultados corroboram para um uso promissor para o acondicionamento de cortes de pernil ovino sob atmosfera modificada e temperatura de refrigeração.

5. REFERÊNCIAS

- ABULARACH, M. L. S; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de Qualidade do Contrafilé (m. *L. dorsi*) de Touros Jovens da Raça Nelore. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 18, n.2, p.205-210, 1998.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). **Reasearch guidelines for cookery, sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. Washington, 2000. 1018p.

BÓRNEZ, R.; LINARES, M. B., & VERGARA, H. (2010). Effect of different gas stunning methods on Manchega suckling lamb meat packed under different modified atmospheres. **Meat Science**, 84(4), 727–734.

DESMOND, E. M.; KENNY, T. A.; WARD, P.; SUN, D-W. Effect of rapid and conventional cooling et al. 2000

FERNANDES, R. P. P.; FREIRE, M. T. A.; PAULA, E. S. M.; KANASHIRO, A. L. S.; CATUNDA, F. A. P.; ROSA, A. F.; BALIEIRO, J. C. C.; TRINDADE, M. A. Stability of lamb loin stored under refrigeration and packed in different modified atmosphere packaging systems. **Meat Science** 96 (2014) 554–561.

FERNANDES, R. P. P.; FREIRE, 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. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.4, p.724-729, abr,2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2009.

JAKOBSEN, M.; BERTELSEN, G. Predicting the amount of carbon dioxide absorbed in meat. **Meat Science**. V. 68, p. 603-610. 2004.

JARDIM, R. D.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; MENDONÇA, G.; DEL PINO, F. A. B.; OLIVEIRA, M.; PREDIÉE, G.. Composição Tecidual e Química da Paleta e da Perna em Ovinos da Raça Corriedale. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 231-236, abr-jun, 2007.

LAWRIE, R. A & LEDWARD, D. A. (2006). **Lawrie's Meat Science** (7th ed.) Cambridge: CRC Press LLC.

LINARES, M. B.; BÓRNEZ, R. & VERGARA, H. (2008). Effect of stunning systems on meat quality of Manchego suckling lamb packed under modified atmospheres. **Meat Science**, 78(3), 279–287.

MADRUGA, M.S. Qualidade da carne de caprinos e ovinos nativos do Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2005, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2005. 1 CD-ROM.

MANO, S.B.; PEREDA, J.A.O.; FERNANDO, G. D. G. **Aumento da vida útil e microbiologia da carne suína embalada em atmosfera modificada**. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 22(1): 1-10, jan.-abr. 2002.

MONTE, A. L. S.; GONÇALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S.; DAMACENO, M. N.; CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p11-17, jul – set, 2012

TERLOUW, C. (2005). Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: Genetic background and prior experience: A brief review of recent findings. **Livestock Production Science**, 94(1/2), 125–135.

VERGARA, H. & GALLEGU, L. (2001). Effects of gas composition in modified atmosphere packaging on the meat quality of Spanish Manchega lamb. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 81(14), 1353–1357.