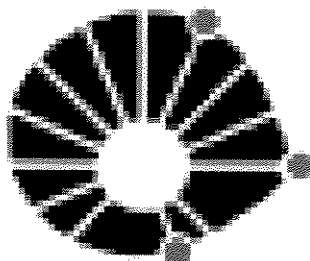


**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS**



UNICAMP

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Moacir Evandro Lage**, aprovada pela Comissão Julgadora em 13 de fevereiro de 2004.

Campinas, 13 de fevereiro de 2004.


Prof. Dra. Helena Teixeira Godoy
Presidente da Banca

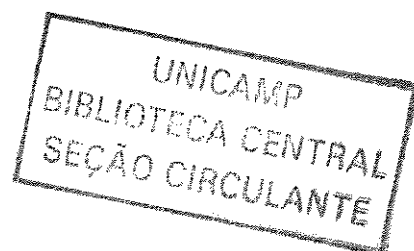
**SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL DE NOVILHOS NELORE
COM α -TOCOFEROL (VITAMINA E) E SEUS EFEITOS
NA QUALIDADE DA CARNE**

1966-
Moacir Evandro Lage
Médico Veterinário

Prof. Dra. Helena Teixeira Godoy
Orientadora

**Tese apresentada a Faculdade de Engenharia de Alimentos para a obtenção do título
de Doutor em Ciência de Alimentos**

**CAMPINAS – SP
2004**



IDADE BC
CHAMADA 1/UNICAMP
L135s
EX
OMBO BC/ 57711
OC 16-117-04
D X
REÇO 11,00
ATA 16/04/2004
CPD

CM00196172-1

BIBID 316154

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

L135s Lage, Moacir Evandro
Suplementação nutricional de novilhos nelore com α -
tocoferol (Vitamina "E") e seus efeitos na qualidade da
carne / Moacir Evandro Lage. – Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Helena Teixeira Godoy
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

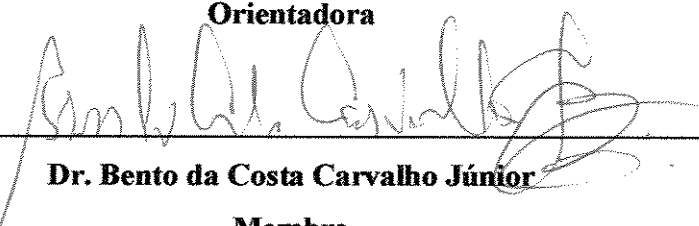
1. Vitamina E. 2. Carne bovina. 3. Oxidação. 4. Carne -
Qualidade. 5. Lipídios. I. Godoy, Helena Teixeira.
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia de Alimentos. III. Título.

BANCA EXAMINADORA



Dra. Helena Teixeira Godoy

Orientadora



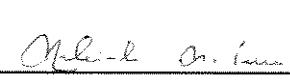
Dr. Bento da Costa Carvalho Júnior

Membro



Dr. Pedro Eduardo de Felício

Membro



Dr. Nelcindo N. Terra

Membro

Dr. Paulo José do Amaral Sobral

Membro



Dra. Helena Maria André Bolini Cardello

Membro

Dr. Albino Luchiari Filho

Membro

200905433

Dedico e agradeço aos meus pais Moacir e Wanda

Aos meus filhos Gabriel e Rafael

Às minhas irmãs Cláudia, Natália, Paula, Wanda

Márcia e Carla.

À minha esposa Elisângela

AGRADECIMENTOS

À existência, conhecida, desconhecida, infinita, sob todas as suas formas.

À UNICAMP, em especial a Faculdade de Engenharia de Alimentos e o Departamento de Ciência de Alimentos pela estrutura oferecida.

À UFG, em especial a Escola de Veterinária e o Centro de Pesquisa em Alimentos pelo apoio.

À CAPES pela bolsa de doutorado.

À FAPESP pelo financiamento do projeto.

À Professora *Helena Teixeira Godoy* pela orientação, amizade e o bom humor em todos os momentos.

Aos membros da banca examinadora pelas importantes sugestões e contribuições.

Aos Professores *Pedro Eduardo de Felício* e *Bento da Costa Carvalho Júnior*, do DTA-UNICAMP, pela amizade e pelas importantes colaborações durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

À Professora *Helena Maria André Bolini Cardello* pela amizade e pela grande colaboração na realização das análises sensoriais.

Aos Professores *Paulo Roberto Leme* e *Paulo José do Amaral Sobral*, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP-Pirassununga, pela grande colaboração no início dos trabalhos.

À *Elizete M. Pesamosca Facco* pela amizade e parceria no trabalho realizado.

A *Simone Magda Camargo* pela amizade e indicação da orientadora.

Ao colega *Antônio Nonato de Oliveira* pela amizade e dicas importantes.

Aos colegas do CPA, *Albenones, Cristiano, Edmar, Iolanda, Jaison* e *José Rubens* pela amizade e companheirismo.

Aos amigos do DCA, *Luciana, Lucilene, Marcus, Neiva, Gisele, Betânia, Natália, Cristina, Jorge, Regina Furlani, Marcelo, Rodrigo, Juliana*, entre outros, pela amizade, troca de idéias e auxílio na realização deste trabalho.

Aos amigos do DTA, *José Roberto, Rogê, Ana Lúcia e Judite, José Ricardo Bohrer* (in memorian), entre outros, pela amizade, troca de idéias e auxílio na realização deste trabalho.

Aos amigos do DEPAN, *Eliete, Erenice, Nora*, entre outros, pela amizade, troca de idéias e auxílio na realização deste trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca-FEA e da Secretária de Pós-Graduação, sempre prestativos e educados.

A todos que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xv
RESUMO	xvii
SUMMARY	xix
INTRODUÇÃO	01
OBJETIVOS	03
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	03
REVISÃO DE LITERATURA	04
1. OXIDAÇÃO LIPÍDICA EM ALIMENTOS CÁRNEOS	05
2. PRINCIPAIS PRODUTOS DA OXIDAÇÃO EM ALIMENTOS	07
3. IMPLICAÇÕES DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA NA SAÚDE HUMANA	08
4. IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE SENSORIAL PARA A AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DE SABOR PELA OXIDAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS	09
5. SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA E NA DIETA	10
5.1. Efeito da vitamina E na dieta sobre a oxidação lipídica	11
5.2. Vitamina E e oxidação do colesterol	12
5.3. Vitamina E e deterioração do sabor da carne	12
5.4. Vitamina E e estabilidade da cor	14
5.5. Vitamina E na dieta e perda de suco na carne	14
5.6. Vitamina E na dieta e qualidade dos produtos cárneos	15
MATERIAL E MÉTODOS	18
1. CONFINAMENTO	18
2. ABATE	19
3. MATURAÇÃO	20
4. FABRICAÇÃO DO CHARQUE	20
4.1. Matéria-prima	20
4.2. Salga úmida	20

4.3. Gotejamento	20
4.4. Salga seca	21
4.5. Tombagem	21
4.6. Lavagem	21
4.7. Secagem	22
5. ANÁLISE DE VITAMINA E (α -TOCOFEROL) E COLESTEROL LIVRE	22
5.1. Extração	23
5.2. Cromatografia	23
6. DETERMINAÇÃO DOS LIPÍDEOS TOTAIS	23
7. ANÁLISE DOS ÁCIDOS GRAXOS	24
8. PERDA DE SUCO E pH	25
9. DETERMINAÇÃO DOS ÓXIDOS DE COLESTEROL NO CHARQUE	25
10. AVALIAÇÃO DA COR	26
11. SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO (TBA)	27
12. ANÁLISE SENSORIAL PARA SABOR DA CARNE ASSADA	27
12.1. Análise sensorial	30
12.2. Desenvolvimento da terminologia descritiva	31
12.3. Treinamento e seleção da equipe de análise descritiva	33
13. ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
1. CONTEÚDO DE α -TOCOFEROL	37
2. TBA	38
3. CONTEÚDO DE COLESTEROL	39
4. CONTEÚDO DE LIPÍDEOS TOTAIS	40
5. COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS	47
6. pH	48
7. PERDA DE SUCO	49
8. COR DA CARNE	55
9. WARMED-OVER FLAVOR	
9.1. Terminologia descritiva e referências utilizadas na avaliação	56

sensorial	56
9.2. Seleção de provadores	56
9.3. Perfil sensorial das amostras	57
10. CONTEÚDO DE ÓXIDOS DE COLESTEROL EM CHARQUE	65
CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	71
ANEXO 1 - Quadros de valores de p amostra e p repetição obtidos pelos provadores em cada atributo para seleção da equipes e quadros de médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada atributo na avaliação de LL, ST e SS assados.	79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Classe de ácidos graxos em lipídeos intramusculares de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	43
TABELA 2 – Ácidos graxos saturados em lipídeos intramusculares de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	44
TABELA 3 – Ácidos graxos poliinsaturados em lipídeos intramusculares de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	46
TABELA 4 – Ácidos graxos monoinsaturados em lipídeos intramusculares de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	46
TABELA 5 - Óxidos de colesterol em charque produzido a partir de carne de novilhos Nelore suplementados ou não com vitamina E	66

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Ficha de recrutamento de provadores	29
FIGURA 2 – Ficha de aplicação do método de rede para o desenvolvimento de terminologia descritiva	30
FIGURA 3 – Ficha de avaliação descritiva das amostras	32
FIGURA 4 – Concentração de vitamina E em músculo de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol	36
FIGURA 5 – TBA em músculo de novilhos da raça Nelore, suplementado ou não com vitamina E, sob condições simuladas de varejo	38
FIGURA 6 – Conteúdo de colesterol em músculo de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	39
FIGURA 7 – Conteúdo de lipídeos totais em músculo de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	40
FIGURA 8 – pH em músculo de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E, sob condições simuladas de varejo	48
FIGURA 9 – Perda de suco em músculo de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E, sob condições simuladas de varejo durante 5 dias de exposição	49
FIGURA 10 – Valores de L^* para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	51
FIGURA 11 – Valores de b^* para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	52
FIGURA 12 – Valores de a^* para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	53
FIGURA 13 – Valores de C^* para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	54
FIGURA 14 – Valores de h para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E	56
FIGURA 15a – Representação gráfica das médias dos atributos de aroma para	

warne-over flavor de LL assado	58
FIGURA 15b – Representação gráfica das médias dos atributos de gosto para warne-over flavor de LL assado	58
FIGURA 15c – Representação gráfica das médias dos atributos de sabor para warne-over flavor de LL assado	58
FIGURA 16a – Representação gráfica das médias dos atributos de aroma para warne-over flavor de ST assado	59
FIGURA 16b – Representação gráfica das médias dos atributos de gosto para warne-over flavor de ST assado	59
FIGURA 16c – Representação gráfica das médias dos atributos de sabor para warne-over flavor de ST assado	59
FIGURA 17a – Representação gráfica das médias dos atributos de aroma para warne-over flavor de SS assado	60
FIGURA 17b – Representação gráfica das médias dos atributos de gosto para warne-over flavor de SS assado	60
FIGURA 17c – Representação gráfica das médias dos atributos de sabor para warne-over flavor de SS assado	60
FIGURA 18a – ACP – Aroma LL assado	62
FIGURA 18b – ACP – Gosto LL assado	62
FIGURA 18c – ACP – Sabor LL assado	62
FIGURA 19a – ACP – Aroma ST assado	63
FIGURA 19b – ACP – Gosto ST assado	63
FIGURA 19c – ACP – Sabor ST assado	63
FIGURA 20a – ACP – Aroma SS assado	64
FIGURA 20b – ACP – Gosto SS assado	64
FIGURA 20c – ACP – Sabor SS assado	64

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Composição percentual das diferentes rações (matéria seca)	19
QUADRO 2 – Definição dos termos descritivos e referências usadas como extremos de escala de intensidade na ADQ de carne assada para os atributos de aroma, gosto e sabor	34

RESUMO

O presente estudo teve como objetivos comparar a oxidação da mioglobina, dos lipídeos e do colesterol e a perda de suco na carne maturada e processada de bovinos suplementados ou não com vitamina E, durante a exposição em balcão refrigerado, além de avaliar as alterações de sabor decorrentes da oxidação após o cozimento e posterior aquecimento. Também, determinar os níveis de vitamina E, ácidos graxos, colesterol, lipídeos totais e pH das mesmas amostras. Foram confinados 24 bovinos machos castrados, da raça Nelore (*Bos indicus*), submetidos a um período de confinamento de 98 dias, com ração de concentrado de milho, farelo de soja, polpa cítrica, e mistura mineral, e bagaço de cana-de-açúcar *in natura* como fonte de volumoso. Um lote de 12 novilhos foi suplementado com 1.000 mg de acetato de alfa-tocoferol/cabeça/dia e o outro foi mantido como controle. Após o abate as carcaças foram resfriadas por 24 horas e desossadas. A carne correspondente aos músculos Supraspinatus (SS), Semitendinosus (ST) e Longissimus lumborum (LL) foi embalada a vácuo e maturada em câmara fria (2°C por 14 dias), congelada e mantida em câmara de estocagem

(-20°C) até o momento das análises. Com a parte da ponta-de-agulha desossada (referente a 6ª, 7ª, 8ª e 9ª costelas) produziu-se o charque. O efeito da suplementação com α -tocoferol sobre a oxidação da mioglobina se manifestou após o primeiro dia de exposição em “display”. O valor L* teve relação com a oxidação, apresentando-se mais elevado, principalmente nos músculos LL e SS. Houve grande diferença entre os músculos SS, ST e LL quanto à estabilidade da cor, sendo que o músculo LL apresentou maior estabilidade. A suplementação foi eficiente para aumentar a concentração intramuscular do α -tocoferol, mesmo em animais com história prévia de alimentação em pastagens. A estabilidade lipídica foi melhorada significativamente na carne. O músculo SS apesar da maior concentração de α -tocoferol demonstrou menor estabilidade lipídica em relação aos músculos LL e ST. Não houve nenhuma influência da suplementação de α -tocoferol sobre o nível de 7-cetocolesterol, único óxido de colesterol detectado no charque, e sobre a composição de ácidos graxos dos músculos analisados. O conteúdo de colesterol foi menor nos músculos do lote suplementado, sendo a diferença maior nos músculos com maior nível de α -tocoferol, com diferença significativa ($P < 0,05$) para o músculo SS. A suplementação

com α -tocoferol reduziu a perda de suco dos músculos ST e SS, com menor perda de suco nos músculos dos animais suplementados ($P<0,05$). O músculo LL não sofreu esta influência. No aspecto sensorial, não houve benefício ($P>0,05$), perceptível pelo grupo de provadores deste estudo, ao nível de suplementação de α -tocoferol utilizado, quanto ao sabor de requentado (WOF – Warmed over flavor) da carne assada. Do 1º para o 3º dia de estocagem refrigerada ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), houve um aumento ($P<0,05$) de intensidade de WOF. Os atributos sensoriais típicos desejáveis da carne assada decresceram de intensidade no decorrer de 3 dias de conservação após o cozimento, enquanto os atributos oxidativos, desagradáveis, tiveram sua intensidade aumentada.

SUMMARY

The objective of the present study was to compare the myoglobin, lipid and cholesterol oxidation, and drip loss in the matured and processed meat from cattle supplemented or not with vitamin E, during the “display” in refrigerated counter, besides evaluating the flavor alterations due oxidation after the cooking and posterior reheating. As well, to determine the vitamin E levels, fatty acids, cholesterol, total lipids and pH of the same samples. Twenty four Nelore steers (*Bos indicus*), males, castrated, were feeding for 98 days, with ration composed of concentrate contained corn, soybean meal, citric pulp, and mineral premix, and sugar cane trash *in natura*. A group of 12 steers was supplemented with 1.000 mg of alpha-tocoferol acetate/head/day and the group remainder was kept as control. After slaughter, the carcasses were cooled by 24 hours and boned. The meat corresponding to the muscles *Supraspinatus* (SS), *Semitendinosus* (ST) e *Longissimus lumborum* (LL) was vacuum packed and matured in cold chamber (2°C for 14 days), frozen and kept in stock chamber (-20°C) until the moment of analyses. The part of the boned flank (regarding 6th, 7th, 8th and 9th ribs) was used to produce charqui. The effect of alpha-tocoferol supplementation on myoglobin oxidation appeared after the first exhibition day in “display”. The value L* had relation with the oxidation, being more elevated, mostly in the muscles LL and SS. There was great difference among muscles SS, ST and LL regarding the color stability and the muscle LL was more stable. The alpha-tocoferol supplementation was efficient to increase the intermuscular alpha-tocoferol concentration, despite animals with previous history of pasture feeding. The lipid stability was improved ($P<0,05$) in the meat from supplemented steers. The muscle SS in spite of the highest alpha-tocoferol concentration demonstrated lower lipid stability regarding the muscles LL and ST. There was not influence of alpha-tocoferol supplementation on the 7-cetocolesterol level, single cholesterol oxide detected in the charqui, and neither on the fatty acids composition of the analyzed muscles. The cholesterol content was lower in the muscles of the supplemented group, being the higher difference in the muscles with higher tocoferol level, with significant difference ($P<0,05$) for the muscle SS. The alpha-tocoferol supplementation reduced drip loss of ST and SS muscles, with lower drip loss ($P<0,05$) in muscles of supplemented animals. The muscle LL did not suffer this influence. In the

sensory aspect, there was no perceptible benefit ($P>0,05$) by the fitting rooms group of this study, for alpha-tocopherol level used, regarding the flavor of reheated roast-beef (WOF – Warmed over flavor). From 1st to 3rd day of refrigerated stock ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), there was an increase ($P<0,05$) of WOF's intensity. The typical desirable sensory attributes of the roast-beef decreased of intensity during the 3 days of preservation after the cooking, while the unpleasant oxidatives attributes had your intensity increased.

INTRODUÇÃO

A carne é considerada um alimento nobre pelo alto teor e valor biológico de suas proteínas e quantidades significantes de vitaminas do complexo B, e minerais como ferro e zinco, respondendo em grande parte às necessidades nutricionais humanas. Não só devido a estas características, como também pelos hábitos alimentares do homem, tornou-se um alimento de grande consumo, inclusive sendo utilizado como indicador de desenvolvimento econômico de uma nação. Tem-se observado que, com o crescimento econômico de um país, há também um aumento no consumo de carnes e produtos cárneos. Nos EUA, o consumo de carnes, incluindo carne bovina, suína e de aves, em 2002 foi estimado em 113,5 kg/pessoa/ano (em equivalente carcaça), enquanto no Brasil este consumo cai para 80,5 kg/pessoa/ano (ANUALPEC, 2002).

No Brasil, como na maioria dos países, o consumo *per capita* de carne bovina ocupa o primeiro posto entre as carnes (37,2 kg/pessoa/ano), seguido pela carne de frango (32,3 kg/pessoa/ano) e pela suína (11,0 kg/pessoa/ano). Com um dos maiores rebanhos bovinos do mundo (166,8 milhões de cabeças) o país apresenta uma produção estimada em 2002 de 7.322.000 toneladas de equivalente carcaça, sendo exportadas 840 mil toneladas com o valor de 1.054.489.000 dólares (ANUALPEC, 2002). Com o crescimento econômico do país, os valores de consumo e produção tendem a se ampliar, assim como, as exigências dos consumidores em relação à qualidade destes produtos.

Um dos grandes problemas com o tecido cárneo é a instabilidade lipídica que ocorre devido à falência de sistemas enzimáticos responsáveis pela redução de radicais livres na célula muscular viva, predispondo a matriz tecidual à oxidação, tanto de lipídeos quanto de outras substâncias, como a mioglobina, com a transformação do íon ferroso em férrico e, conseqüentemente, alterando a cor da carne, de um vermelho brilhante (oximioglobina) para um marrom acinzentado (metamioglobina), ao qual o consumidor tem aversão.

A oxidação na fibra muscular não só é importante em relação a alteração da cor da carne, como também é responsável pela alteração de outras características importantes como sabor e aroma, perda de suco e produção de compostos deletérios para a saúde humana. A oxidação lipídica dá origem a produtos, como o malonaldeído e os óxidos de colesterol, que são incriminados em muitos estudos como causadores de importantes danos

à saúde, como a aterosclerose, a apoplexia e o câncer, sendo que no caso da aterosclerose, os óxidos de colesterol são responsáveis diretos pela doença.

Muitos esforços têm sido realizados no sentido de amenizar a produção destes compostos, a maioria deles se concentrando no uso de antioxidantes já existentes na natureza. Isto deve-se não só à tendência do consumidor de rejeitar produtos sintéticos nos alimentos, como também, para evitar possíveis efeitos colaterais destes. Atualmente, vários estudos têm sido desenvolvidos baseados na atividade da vitamina E (tocoferóis), como antioxidante natural nas fibras musculares. Têm-se observado que a suplementação a níveis supranutricionais na dieta de animais em fase de terminação (engorda) aumenta a concentração de tocoferóis na célula muscular. Consequentemente, haveria uma diminuição dos efeitos da oxidação e portanto um decréscimo na severidade das alterações subsequentes no tecido muscular, o que traz enormes benefícios para os vários segmentos envolvidos com este alimento. O produtor teria um estímulo à melhoria em seu manejo, com uma melhor nutrição dos animais e um sistema produtivo mais eficiente (confinamento), para oferecer um produto diferenciado no mercado, com valor também diferenciado. A indústria teria mais uma opção de marketing, além da preservação de características imprescindíveis da qualidade da carne por um período mais extenso. O mercado varejista teria um produto que responderia aos anseios dos consumidores mais exigentes, um número que se eleva proporcionalmente ao desenvolvimento sócio-econômico e cultural de um povo, além de um período de exposição mais extenso da carne em “display” (obedecendo as normas básicas de conservação), principalmente sob iluminação. O consumidor, por sua vez, teria um produto de maior qualidade a sua disposição, o qual teria preservadas, por mais tempo, suas características organolépticas.

OBJETIVOS

Assim sendo, os objetivos deste trabalho podem ser resumidos em:

- Avaliar os efeitos da suplementação supranutricional de vitamina E em bovinos típicos do Brasil, em termos de genética, alimentação e manejo.
- Estabelecer uma relação entre efeitos da suplementação e o conteúdo em lipídeos totais, ácidos graxos e colesterol no músculo bovino.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar comparativamente a oxidação da mioglobina, dos lipídeos e a perda de suco em carnes maturadas (Músculos Supraspinatus (SS), Semitendinosus (ST), Longissimus lumborum (LL)) de novilhos nelores suplementados ou não com vitamina E, expostos sob refrigeração.
- Avaliar comparativamente a oxidação do colesterol de charque produzido a partir de carne de novilhos nelores suplementados ou não com vitamina E.
- Determinar os níveis de vitamina E, ácidos graxos, colesterol e lipídeos totais e pH da carne dos músculos SS, ST e LL.
- Avaliar sensorialmente a influência da oxidação no sabor da carne assada requeitada (WOF – Warmed over flavor) após a conservação sob refrigeração em carne dos músculos SS, ST e LL de animais suplementados e controles.

REVISÃO DE LITERATURA

As três propriedades sensoriais pelas quais os consumidores julgam a qualidade da carne são aparência visual da carne fresca, textura e sabor da carne cozida. A mais importante destas é a aparência visual do produto, porque ela influencia a decisão de compra do consumidor. A cor aceitável na carne bovina é o vermelho brilhante sendo, no entanto, de vida útil curta. Isto é especialmente verdadeiro em cortes de carne vermelha para os quais a descoloração da superfície é inevitável e pode ser interpretada como uma indicação de tempo de vida útil. Os consumidores discriminam cortes cárneos que não têm a aparência de fresco, e a carne é freqüentemente comercializada com valor reduzido.

A cor da carne é principalmente devido a três pigmentos. Desoximioglobina (Deoxmb) é o pigmento púrpura observado inicialmente em cortes cárneos, que após vários minutos de exposição ao ar, origina a oximioglobina (Oxmb), a qual confere a carne bovina uma cor vermelho brilhante. Após dois a três dias de exposição em “display” refrigerado, o ferro do grupo heme da Oxmb inicialmente no estado reduzido (ferroso), sofre oxidação e passa gradualmente ao estado férrico resultando na metamioglobina (Metmb) de coloração marrom.

A oxidação do pigmento também está correlacionada com oxidação lipídica, mas a base para este relacionamento não é inteiramente compreendida. No tocante à cor da carne, pode ser que espécies radicais produzidas durante a oxidação lipídica atuem diretamente para promover oxidação do pigmento e/ou indiretamente danificando os sistemas de redução do pigmento. A estocagem da carne pré-cozida, por um curto período resulta no desenvolvimento de uma característica de sabor estranho causada pela peroxidação catalítica de fosfolípidos em biomembranas. Além do efeito da peroxidação lipídica no sabor, cor e textura da carne, a autooxidação de lípidos insaturados e colesterol resulta na geração de compostos aterogênicos (Liu et al., 1995). Oxidação lipídica é um processo degradativo resultando em rancidez na carne não cozida e/ou “warmed-over flavor” (WOF – sabor estranho que ocorre após o reaquecimento das carnes cozidas) em carne cozida; é uma das causas primárias de deterioração da cor, textura, e sabor de carne fresca, congelada ou cozida (Liu et al., 1995).

A comercialização de carne congelada no varejo, acoplada com a de cortes, oferece várias vantagens incluindo maior flexibilidade de comercialização e sanidade melhorada,

mas pode estar associada com deterioração na qualidade do produto. A palatabilidade e vida útil de carne bovina congelada são limitadas primariamente pela oxidação lipídica e descoloração de superfície.

1. OXIDAÇÃO LIPÍDICA EM ALIMENTOS CÁRNEOS

Lípídeos em sistemas biológicos podem sofrer oxidação, levando à deterioração. Em alimentos, estas reações podem levar à rancidez e à possível formação de compostos tóxicos. A deterioração oxidativa de lípídeos em alimentos envolve primariamente reações de autooxidação, as quais são acompanhadas por várias reações secundárias tendo características oxidativas e não oxidativas. Os lípídeos mais importantes envolvidos na oxidação são os ácidos graxos insaturados, oleico, linoleico e linolênico. A taxa de oxidação desses ácidos graxos aumenta de forma geométrica com o grau de insaturação (Pearson et al., 1983).

A oxidação lipídica em alimentos cárneos é um dos processos degradativos mais importantes responsáveis pelas perdas em qualidade. A autooxidação leva a formação de aldeídos de cadeia curta, cetonas, e ácidos graxos, como também ao desenvolvimento de alguns polímeros, os quais podem contribuir para os sabores oxidados em carnes bovina, suína, de frango e de peixe. Alguns desses produtos da oxidação lipídica têm sido indicados como substâncias tóxicas, que podem levar a processos deteriorativos no homem, incluindo o envelhecimento. Ácidos graxos insaturados são especialmente vulneráveis a oxidação, sendo prontamente clivados na dupla ligação produzindo vários produtos da oxidação. Um destes produtos é o malonaldeído, o qual têm sido extensivamente medido pela reação com o ácido 2-tiobarbitúrico para dar os chamados valores de TBA, ou substâncias reativas ao TBA (TBARS), os quais têm sido usados para estimar o desenvolvimento da rancidez em alimentos cárneos (Pearson et al., 1983).

É, geralmente, aceito que a oxidação lipídica em alimentos cárneos é iniciada na fração de fosfolípídeos altamente insaturados nas membranas subcelulares. O processo de peroxidação autocatalítica começa imediatamente após o abate. As alterações bioquímicas que acompanham o metabolismo pós-abate, na conversão do músculo em carne e sua maturação *post mortem* dão origem às condições onde o processo de oxidação lipídica não

é mais fortemente controlado e o balanço de fatores pró-oxidativos/capacidade antioxidativa favorece a oxidação.

A conversão do músculo em carne é um resultado direto da cessação do fluxo sanguíneo e a parada de muitos processos metabólicos. A atividade metabólica continua durante o primeiro período *post mortem*, mas por causa da parada do fluxo sanguíneo, o produto da quebra do glicogênio torna-se o ácido láctico, que acumula no tecido, gradualmente, abaixando o pH inicial na faixa de 7,0-7,2 para um valor mais ou menos ácido (aproximadamente 5,5). Na fase pós-abate, é altamente improvável que o arsenal de sistemas defensivos antioxidantes (superóxido dismutase, glutathione peroxidase, ceruloplasmina, e transferrina) disponíveis na célula no animal vivo, ainda funcionem por causa das alterações quantitativas em vários metabólitos e propriedades físicas. Em muitos casos, o sistema defensivo pode ser enfraquecido pelas deficiências da dieta em retinol, vitaminas C e E, carotenóides, e elementos traços, tais como Cu, Mn e Se (Buckley et al., 1995).

A taxa e extensão da oxidação dos alimentos cárneos são também prováveis de serem influenciados pelos eventos pré-abate (stress) e eventos pós-abate (pH, temperatura de carcaça, encurtamento pelo frio, e técnicas como a estimulação elétrica). Além disso, a ruptura das membranas musculares pela desossa mecânica, moagem, reestruturação, ou cozimento altera a compartimentalização celular o que facilita a interação de pró-oxidantes com ácidos graxos insaturados, resultando na geração de radicais livres e propagação da reação oxidativa (Asghar et al., 1991).

Também de importância na oxidação dos alimentos é a presença do colesterol. O colesterol desempenha uma função em várias atividades biológicas importantes no corpo, inclusive servindo como um precursor para todos os hormônios esteróides, vitamina D, e os ácidos biliares, como também para prover um balanço na fluidez das membranas teciduais. A larga distribuição do colesterol nos tecidos justifica sua possível importância na oxidação das membranas teciduais e da gordura interna das carnes bovina, de frango e de peixe. Dados demonstraram que carne vermelha, carne de frango e carne de peixe, contém quantidades apreciáveis de colesterol (Eichorn et al., 1986; Engeseth e Gray, 1994; Pearson et al., 1983; Grau et al., 2001). Banha e outras gorduras animais contém níveis de

colesterol que são apenas pouco mais altos do que os alimentos musculares (Sahasrabudhe e Stewart, 1989; Pearson et al., 1983; Sales et al., 1996).

No Brasil, Bragagnolo (1997), determinou colesterol em alimentos cárneos, tendo estudado a carne bovina, suína e camarões. Observou que o nível de colesterol é maior em leitões do que em suínos adultos, sendo um pouco maior em toucinho do que em músculo suíno, em carne bovina não encontrou diferença significativa entre as raças estudadas (Nelore, Canchim e Beefalo), e observou, ainda, que o cozimento destas concentrava o colesterol.

2. PRINCIPAIS PRODUTOS DA OXIDAÇÃO EM ALIMENTOS

Os principais produtos da oxidação lipídica em alimentos, conhecidos até o momento, são o malonaldeído e os produtos da oxidação do colesterol.

O malonaldeído é um dialdeído de três carbonos que é produzido durante a autooxidação de ácidos graxos polinsaturados. Apesar do malonaldeído estar associado com a rancidez oxidativa, ele tem sido encontrado em alimentos não rancificados, incluindo carne, arenque, óleo vegetal, e essência de suco de laranja.

Vegetais, frutas, óleos vegetais e margarina de óleo de milho contém pouco ou nenhum malonaldeído, devido a antioxidantes naturais, presença de vitamina E e proteção da casca. A carne bovina foi relatada ter níveis mais altos de malonaldeído do que a carne suína, a qual continha mais ácidos graxos insaturados e, conseqüentemente, deveria ser mais susceptível à autooxidação (Tarladgis et al., 1960; Shamberger et al., 1977; Liu et al., 1995).

Todos os produtos cárneos frescos tem relativamente baixos níveis de malonaldeído, enquanto que assados de carne de frango, suíno e bovino tem valores mais altos, os quais são atribuídos ao cozimento. Peixe congelado contém mais malonaldeído do que peixe fresco, o que pode ser atribuído ao caráter altamente insaturado dos ácidos graxos do peixe proporcionando uma maior oxidação nos produtos congelados (Siu & Draper, 1978; Pearson et al., 1983).

O aumento da compreensão das reações de autooxidação do colesterol e os efeitos biológicos adversos dos produtos da autooxidação tem gerado preocupações sobre a presença dos produtos da oxidação do colesterol em alimentos. O colesterol está geralmente associado com alimentos de origem animal, embora análise de palma e óleos de palma

indicaram que o colesterol está presente em certas plantas, em quantidades traço (Pearson et al., 1983).

Alimentos cárneos contém quantidades apreciáveis de colesterol e, conseqüentemente, são importantes fontes de colesterol para a dieta humana. A quantidade de colesterol presente em gorduras animais fundidas, incluindo sebo, é somente cerca de 1/3 mais alta do que a maioria dos alimentos cárneos, mas consideravelmente mais baixa do que cérebros, fígado, e mariscos (Pearson et al., 1983). Park & Addis (1985 e 1987), revelaram a existência de 7α e 7β hidroxicoolesterol, 7-cetocolesterol e α e β -epóxido e colestane-triol em carne suína liofilizada.

Embora haja a necessidade de mais estudos sobre a oxidação do colesterol em alimentos cárneos, as temperaturas de cozimento e a presença do oxigênio provê condições que poderiam levar a oxidação. Estudos são necessários, principalmente, sobre produtos da oxidação do colesterol em alimentos cárneos cozidos e estocados. Embora os dados sobre esses produtos da quebra do colesterol em alimentos cárneos sejam escassos, as evidências que alguns destes compostos sejam tóxicos reforçam a importância da inibição de sua formação.

3. IMPLICAÇÕES DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA NA SAÚDE HUMANA

Embora a oxidação lipídica ocorra, praticamente, em todos os alimentos estocados, a preocupação com a toxidez relativa destes compostos não foi expressa até recentemente. Com o aumento da ênfase da relação da dieta com doenças humanas, tais como doenças coronarianas, câncer e derrame cerebral, questões tem sido levantadas relativas as funções dos lipídeos e seus produtos de clivagem na dieta (Pearson et al., 1983). A gordura animal na dieta tem sido indicada como contribuinte para a alta taxa de mortalidade nos Estados Unidos, ocasionadas por tais enfermidades (HEW, 1978; Winston, 1981; Levy, 1981).

O colesterol somente, ou em conjunto com outros fatores, tem sido largamente utilizado para induzir aterosclerose experimental. Os primeiros estudos indicaram que hipercolesterolemia, induzida endogenamente, é somente minimamente aterogênica, enquanto a hipercolesterolemia induzida pela dieta, com níveis comparáveis de elevação do colesterol sérico, produz uma severa aterosclerose (Pearson et al., 1983). Embora a autooxidação do colesterol seja conhecida há muitos anos, somente com o desenvolvimento

da instrumentação e métodos analíticos sofisticados, tais como a cromatografia gasosa, cromatografia líquida de alta eficiência e espectrometria de massa, que os produtos de oxidação tem sido isolados e identificados.

Smith e Van Lier (1970), isolaram e identificaram traços de 12 dos 32 produtos de oxidação do colesterol já conhecidos de ateromas removidos de aortas humanas. Isto sugere que o homem pode estar ingerindo alimentos que contém produtos da autooxidação do colesterol e que estes produtos são absorvidos e entram no “pool” do colesterol corporal e daí tornam-se uma porção de colesterol na aorta. O concentrado dos produtos de autooxidação do colesterol isolados pela cromatografia em camada delgada mostraram efeitos citotóxicos notáveis “in vitro”, enquanto colesterol purificado produziu efeitos angiotoxicos mínimos (Taylor et al., 1979). Os resultados revelaram que 25-hidroxicolesterol e colestane-3 β ,5 α ,6 β -triol foram provavelmente responsáveis pela atividade biológica do concentrado. Os autores concluíram que alimentos contendo colesterol, particularmente aqueles que sofreram exposição ao calor e oxigênio durante processamento e estocagem, poderiam ser um dos mais importantes fatores da dieta na patogênese da aterosclerose. Torres et al. (1989) analisaram a oxidação do colesterol no charque e observaram a presença de 3 β – hidroxi, 7 – ceto, 4 β – hidroxi, triol e α - epóxido – colesterol em peças produzidas com sal refinado, sal grosso e sal refinado adicionado com BHA/BHT. O 7 – cetocolesterol foi observado nos níveis de 5,54, 5,12 e 0,88 ppb em charque produzido com sal refinado, sal grosso e sal refinado adicionado com BHA/BHT, respectivamente. Os autores sugeriram que o charque poderia ser fonte de problemas de saúde relacionados com os óxidos de colesterol.

4. IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE SENSORIAL PARA A AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DE SABOR PELA OXIDAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS

Há uma busca incessante por métodos instrumentais que substituam a análise sensorial tradicional. Muitos equipamentos foram desenvolvidos com o objetivo de se detectar compostos voláteis constituintes do aroma e compostos não voláteis responsáveis pelo gosto. Mas estes equipamentos não conseguem definir se um alimento tem sabor agradável ou não, já que os instrumentos analíticos não avaliam situações de sinergismo ou

antagonismo entre os compostos ou mistura de compostos. Por isso os métodos tradicionais de avaliação sensorial utilizando provadores humanos ainda são insubstituíveis.

Na avaliação de alterações sensoriais oxidativas nos alimentos, principalmente produtos cárneos, o uso de provadores humanos é imprescindível e, até o momento, a única forma de se fazer um diagnóstico confiável de alterações no sabor. Trabalhos recentes tem demonstrado a eficiência da avaliação sensorial com provadores humanos para alterações oxidativas, principalmente o WOF (Warmed-over flavor), para produtos cárneos (Byrne et al., 1999a, 1999b e 2001; Brondun et al., 2000)

5. SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA E NA DIETA

A oxidação lipídica é inibida por nitrito, agentes quelantes e antioxidantes. Em anos recentes, entretanto, a resistência ao uso de antioxidantes sintéticos em alimentos tem aumentado. Há agora interesse considerável nas propriedades antioxidantes de substâncias ocorrendo naturalmente, incluindo vitamina E, ácido ascórbico, β -caroteno, glutathione, carnosina, homocarnosina e anserina.

Vitamina E é o antioxidante primário lipossolúvel em sistemas biológicos e quebra a cadeia de peroxidação lipídica em membranas celulares e previne a formação de hidroperóxidos lipídicos (Buckley et al., 1995). O termo vitamina E é usado como uma descrição genérica para todos os derivados do tocol e tocotrienol que exibem a atividade biológica do α -tocoferol. A vitamina E não pode ser sintetizada nos animais, portanto a presença da vitamina em tecidos animais reflete a disponibilidade na dieta. Devido as características de lipossolubilidade das vitamina E, a absorção é dependente da habilidade dos animais digerirem e absorverem gordura.

A estratégia para suplementar gado de corte é para adquirir suficiente concentração muscular de α -tocoferol para aproximar do máximo da eficácia antioxidante. Suplementação além desta, para saturar o músculo bovino com α -tocoferol, renderia um pequeno benefício relativo a um grande custo. O ideal seria uma concentração mínima que aproximasse da supressão máxima de oxidação lipídica e formação de Metmb em carne bovina fresca (Liu et al., 1995).

Bohrer (2002) avaliou a aplicação de destilado da desodorização do óleo de soja (DDOS) em bovinos da raça Nelore em relação a absorção e incorporação de vitamina E em diferentes tecidos. Foi observado um incremento da concentração de vitamina E em tecido muscular, fígado e gordura de cobertura. Foi observada também uma melhor estabilidade da cor dos cortes cárneos analisados, principalmente do contra-filé (*Longissimus dorsi*), e uma maior estabilidade oxidativa da gordura de cobertura do músculo Gluteobiceps, sendo o índice de estabilidade oxidativa para gordura de animais tratados de 19 horas e 27 minutos e para gordura de animais controle de 13 horas e 46 minutos.

Pereira (2002) suplementou bovinos Nelore com 1000 mg/cabeça/dia de vitamina E. Foi observado uma maior concentração de vitamina E nos tecidos musculares analisados mas, no entanto, não houve melhora ($P>0,05$) na estabilidade da cor e perda de suco comparado aos controles.

Bohrer et al. (2002) demonstraram que uma dose única de destilado da desodorização do óleo de soja (DDOS) produziu um aumento de até quatro vezes na concentração plasmática de vitamina E em bovinos da raça Nelore.

É importante observar que a adição *post mortem* de α -tocoferol à carne não é efetiva como na suplementação da dieta, desde que o α -tocoferol não é incorporado diretamente dentro da membrana onde a oxidação de lipídeos é iniciada (Mitsumoto et al., 1993).

5.1. Efeito de Vitamina E na Dieta Sobre a Oxidação Lipídica

Um dos objetivos da suplementação com vitamina E é retardar a oxidação de lipídeos nos alimentos cárneos (Asghar et al., 1991; Arnold et al., 1993; Mitsumoto et al., 1993; Sheehy et al., 1993; Cannon et al., 1996; Liu et al., 1996a; Liu et al., 1996b; Jensen et al., 1997; Sanders et al., 1997; Houben et al., 1998; Hoving-Bolink et al., 1998; Jensen et al., 1998; Mitsumoto et al., 1998; O'Grady et al., 1998; Lynch et al., 1999; Eikelenboom et al., 2000). Como uma vitamina lipossolúvel, o α -tocoferol se distribui entre as biomembranas e assim sua concentração aumenta com a suplementação da dieta de forma a proteger os ácidos graxos insaturados da membrana contra oxidação. Suplementação com vitamina E retarda a oxidação lipídica em carne fresca bovina durante a exposição e

condições simuladas de varejo. A oxidação lipídica tende a ser maior em músculo longo dorsal de novilhos Holstein do que em novilhos de corte (Arnold et al., 1993; Liu et al., 1996b).

A vitamina E é considerada como um supressor de radical livre em membranas biológicas; sua localização dentro da bicamada biológica das membranas celulares provê um meio de controlar a oxidação lipídica ao sítio de iniciação e propagação (Jensen et al., 1998b).

5.2. Vitamina E e Oxidação do Colesterol

Produtos da oxidação do colesterol (POCs) tem sido detectados em uma variedade de alimentos, incluindo as carnes (Park & Addis, 1985; Park & Addis, 1987; Monahan et al., 1992; Baggio, Vicente e Bragagnolo, 2002). Foi observado que os POCs aumentavam significativamente no cozimento de carnes e durante estocagem sob refrigeração subsequente (Park & Addis, 1985; Park & Addis, 1987; Monahan et al., 1992). Monahan et al. (1992) investigaram a eficácia da dieta com α -tocoferol no controle da oxidação do colesterol. Os resultados mostraram que a taxa de oxidação do colesterol em carne suína é muito acelerada durante a estocagem após o cozimento e parece seguir a mesma tendência da oxidação de lipídeos em geral. A oxidação de lipídeos e colesterol pode ser efetivamente retardada pela suplementação na dieta. Este processo ajudaria a manter a imagem de saudável das carnes processadas.

5.3. Vitamina E e deterioração do sabor da carne

A oxidação lipídica é uma das maiores causas de deterioração na qualidade da carne e produtos cárneos. O desenvolvimento da rancidez oxidativa em produtos cárneos começa logo após a morte e continua a aumentar em intensidade até os produtos tornarem-se inaceitáveis para o consumidor. O sabor torna-se uma propriedade crítica de qualquer produto alimentar quando difere daquele esperado pelo consumidor, isto é, esses não aceitarão os sabores estranhos pronunciados, associados com os produtos cárneos pré-cozidos. O rápido desenvolvimento de sabores estranhos nestes produtos é um grande

desafio aos processadores de carne devido ao grande aumento da demanda por carnes pré-cozidas nas últimas décadas.

O termo “warmed-over flavor” (WOF) foi primeiro utilizado por Tims & Watts (1958) que o definiram como o rápido início da rancidez em carnes cozidas durante a estocagem sob temperatura de refrigeração. Produtos bovinos pré-cozidos reaquecidos após um curto período de estocagem sob refrigeração desenvolvem este sabor desagradável distinto referido como WOF. WOF é considerado um problema de qualidade no setor de alimentos, onde o reaquecimento de carnes antes de servir é largamente utilizado. Muitos estudos indicam que o WOF está associado com a autoxidação dos ácidos graxos polinsaturados, principalmente nos fosfolipídeos, e que o ferro, em várias formas, é um catalizador importante nas reações (Lillard, 1987).

Há vários estudos investigando como o cozimento pode influenciar o desenvolvimento de WOF, estes incluem temperatura, tempo e temperatura interna final (Siu & Draper, 1978; Huang & Greene, 1978). Os efeitos de tais parâmetros de cozimento são relacionados às diferenças na formação de produtos da reação de Maillard (PRM) na carne. PRM formados podem ser antioxidantes apropriados para prevenção efetiva do desenvolvimento de WOF em carnes cozidas (Sato & Hegarty, 1971; Bailey et al., 1987).

Muitos estudos indicaram que o desenvolvimento de WOF nos produtos cárneos pode ser efetivamente controlado ou retardado pelo uso de antioxidantes (Gray & Weiss, 1988; Rhee, 1987). Estes compostos podem ser usados isolados ou em combinação, e podem variar de antioxidantes fenólicos sintéticos a produtos alimentares naturais. Entre os mais comumente usados destacamos nitritos, agentes quelantes (fosfatos, EDTA, etc.), fenólicos sintéticos (BHT, BHA, etc.) e antioxidantes naturais (flavonóides, ácido ascórbico, ác. cítrico, alfa-tocoferol, etc.). Destes o alfa-tocoferol é um dos mais importantes, já que tem efeito antioxidante nas membranas celulares e sub-celulares, onde provavelmente se inicia o WOF, e por ser resistente ao calor, mantém sua ação antioxidante em produtos cozidos (Liu et al, 1995). Além disso, foi demonstrado que as dietas suplementadas com vitamina E reduzem os efeitos oxidativos do sal e o desenvolvimento de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) em carnes de frango e suíno (Jensen et al, 1998), como também, retarda a oxidação do colesterol após o cozimento de carne suína (Monahan et al, 1992). Em carne bovina fresca foi observado, em vários estudos

(Arnold et al, 1993; Mitsumoto et al, 1993; Liu et al, 1996 e Sanders et al, 1997), o retardamento da oxidação lipídica e a redução da formação de metamioglobina.

5.4. Vitamina E e Estabilidade da Cor

Sabe-se que a taxa de descoloração da carne está relacionada à eficiência dos processos de oxidação e sistemas enzimáticos redutores no controle dos níveis de metamioglobina. Suplementação com α -tocoferil-acetato controla efetivamente a oxidação de lipídeos e o acúmulo de metamioglobina na carne bovina, suína e outras (Asghar et al., 1991; Arnold et al., 1993; Mitsumoto et al., 1993; Sheehy et al., 1994; Cannon et al., 1996; Chan et al., 1996; Liu et al., 1996a; Liu et al., 1996b; Jensen et al., 1997; Sanders et al., 1997; Chan et al., 1998; Houben et al., 1998; Hoving-Bolink et al., 1998; Jensen et al., 1998; Mitsumoto et al., 1998; O'Grady et al., 1998; Schwarz et al., 1998; Zanardi et al., 1998; Zerby et al., 1999; Eikelenboom et al., 2000).

Vários pesquisadores tem relatado diferenças dependentes do músculo na estabilidade da cor da carne. As bases bioquímicas para estas diferenças parecem estar relacionadas às forças pró-oxidativas e pró-redutoras presentes no músculo *post mortem*. Dentro de um dado tipo de músculo, cortes cárneos de bovinos tratados com vitamina E foram superiores em estabilidade da cor do que cortes cárneos de controles (Asghar et al., 1991; Chan et al., 1996; Jensen et al., 1997; Sanders et al., 1997). Estes mesmos relatos mostraram uma maior formação de Metmb e oxidação lipídica em cortes de carne durante estocagem e um efeito antioxidante de vitamina E para ambos processos oxidativos ocorridos.

5.5. Vitamina E na Dieta e Perda de Suco na Carne

Membranas biológicas funcionam como barreiras importantes às alterações deteriorativas que podem afetar tanto a qualidade de alimentos de origem animal como vegetal. Tem sido observado que a oxidação dos fosfolipídeos das membranas levam a diminuição na fluidez, o rompimento da estrutura e perda da função normal da membrana (Asghar et al., 1991; Jensen et al., 1997; Mitsumoto et al., 1998; Eikelenboom et al., 2000).

A perda da integridade da membrana celular do músculo pode afetar a habilidade da biomembrana atuar como uma barreira semipermeável e pode contribuir para a perda exsudativa da carne. Tem sido demonstrado que um alto conteúdo de α -tocoferol na carne tem um efeito positivo em minimizar a perda do suco da carne após o descongelamento (Asghar et al., 1991; Jensen et al., 1997; Mitsumoto et al., 1998).

A suplementação leva a uma redução tanto na oxidação lipídica como na perda de suco. Foi sugerido que o α -tocoferol poderia preservar a integridade das membranas celulares do músculo por prevenir a oxidação dos fosfolípidos membranaais durante a estocagem, e isto poderia inibir a passagem de fluido sarcoplasmático através da membrana celular (Asghar et al., 1991).

5.6. Vitamina E na Dieta e Qualidade dos Produtos Cárneos

A carne crua resfriada é usualmente estável a oxidação mas, moagem, aquecimento e adição de sal antes da estocagem sob refrigeração aceleram os processos oxidativos e podem limitar a vida de prateleira dos produtos para uns poucos dias ou mesmo horas. O uso de níveis de vitamina E supranutricionais diminui marcadamente a oxidação lipídica em carnes, mas alguma oxidação ainda ocorre. Adição de sal à carne e produtos cárneos acelera a oxidação lipídica, entretanto, dieta de vitamina E efetivamente reduz os efeitos detrimenais à carne suína e de frango moídas (Jensen et al., 1998).

Produtos prontos para consumo pré-cozidos e refrigerados são caracterizados pela deterioração rápida da qualidade associada com o desenvolvimento de um gosto amargo rançoso freqüentemente chamado warmed over flavor (WOF). É geralmente aceito que a oxidação dos fosfolípidos altamente insaturados, situados nas membranas celulares, é responsável pelo desenvolvimento de WOF. Jensen et al. (1998) estudando carne suína pré-cozida refrigerada e carne de frango, embaladas em materiais permeáveis ao oxigênio, observaram que a suplementação de vitamina E na dieta diminuiu significativamente o desenvolvimento de TBARS, mas após um curto período de estocagem os valores de TBARS alcançaram níveis críticos.

Lanari et al. (1993, 1994) demonstraram que a suplementação de novilhos Holstein com vitamina E, aumentou a estabilidade de lípidos e da cor de músculos longo dorsal

congelados durante estocagem no escuro ou exposição à luz. O acúmulo de α -tocoferol e estabilidade lipídica e de cor aumentaram com o nível de suplementação. A descoloração em amostras suplementadas foi diminuída e retardada. Exposição a luz aumentou a taxa de alteração da cor em ambos controle e carne suplementada. Para longo dorsal mantido sob iluminação, a vida da cor em exposição foi muito maior comparada a estocagem no escuro e seguindo um relacionamento linear com a concentração de α -tocoferol.

Vitamina E é um antioxidante de membrana que resiste ao calor e consequentemente funciona como um antioxidante em produtos cozidos. Os méritos relativos de suplementação de vitamina E para retardamento de rancidez ou desenvolvimento de WOF em alimentos cárneos tem sido investigados. O efeito da suplementação de vitamina E em carne cozida derivada de ruminantes não foi provavelmente investigado mais cedo porque os lipídeos de ruminantes são mais saturados que aqueles em espécies não ruminantes (Liu et al., 1995).

O efeito antioxidante limitado de α -tocoferol em carne bovina cozida pode ser o resultado da desnaturação da microestrutura muscular durante o cozimento. A desnaturação presumivelmente resulta em dispersão dos ácidos graxos insaturados da membrana através da célula muscular, permitindo a eles interagir com metais em transição tais como ferro no estado ferroso e férrico liberados das globinas desnaturadas. A oxidação lipídica poderia surgir em áreas não atingidas pelo α -tocoferol (Liu et al., 1995).

Adição de vitamina E “in vitro” tem sido mostrado diminuir a produção de nitrosaminas em embutidos secos e curados de carne suína e em bacon (Jensen et al., 1998).

Facco (2002) avaliou a influência da suplementação de bovinos, da raça Nelore, com vitamina E sobre as características do charque. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) na concentração de vitamina E no tecido muscular (0,058 e 0,068 $\mu\text{g/g}$, para suplementado e controle, respectivamente), como também, nas características avaliadas do produto, como cor, composição (proteína, lipídeos totais, umidade, colesterol e ácidos graxos) e estabilidade lipídica (TBA).

Neves (2001) estudou produtos processados (apresentado) de peru suplementado com acetato de α -tocoferol (entre 20 e 200 mg por kg de ração por 1 a 3 semanas), mas não encontrou diferenças ($P>0,05$) para a estabilidade da cor entre os suplementados e os controles.

Óxidos de colesterol são aterogênicos. Pesquisa recente tem indicado que suplementação de vitamina E de animais produtores de alimento resultaram em diminuição da formação de POCs (produtos da oxidação do colesterol) em produtos suínos (Monahan et al., 1992). A oxidação do colesterol em carne bovina pré-cozida originada de bovinos suplementados com vitamina E não foi avaliada.

MATERIAL E MÉTODOS

1. CONFINAMENTO

Foram utilizados 24 bovinos machos castrados da raça Nelore (*Bos indicus*), com idade média de 30 meses, pesando no início do período experimental, 279 kg, e 421 kg no final. Os animais foram distribuídos de acordo com o peso inicial em 12 baias parcialmente cobertas, contendo 2 animais por baia e submetidos a um período de confinamento de 98 dias, precedido por um período de adaptação de 28 dias. Receberam ração de concentrado a base de milho, farelo de soja e polpa cítrica, núcleo mineral, uréia, sulfato de amônia, cloreto de potássio, Rumensin® (Eli Lilly do Brasil) e bagaço de cana-de-açúcar *in natura* como fonte de volumoso. Foram utilizadas três formulações diferentes, com níveis de concentrado de 85%, 79% e 73%, mas não apresentaram efeitos significativos para as diversas análises executadas, sendo, portanto, desconsiderados para a estatística das demais características avaliadas (Quadro 1) (Pereira, 2002). Metade dos animais foram suplementados com 1.000 mg de acetato de alfa-tocoferol (Lutavit E 50% - BASF)/cabeça/dia. Os novilhos foram confinados em instalações do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP) até que adquirissem um acabamento médio de gordura subcutânea de 8 mm, entre a 12ª e 13ª costelas, que foi avaliado através de ultra-som, com aparelho da marca Piemedical, modelo Scanner 200 Vet com transdutor linear de 18 cm e guia acústica acoplada.

2. ABATE

Os animais foram abatidos no Matadouro-Escola da Prefeitura do Campus da USP em Pirassununga-SP. As carcaças foram resfriadas por 24 horas e desossadas. Os músculos *Supraspinatus* (SS – corte comercial: peixinho), *Semitendinosus* (ST - corte comercial: lagarto), *Longissimus lumborum* (LL - corte comercial: contra-filé; corte retirado entre a 13ª vértebra torácica e a 5ª vértebra lombar) e parte da ponta de agulha desossada (referente a 6ª, 7ª, 8ª e 9ª costelas) foram embalados a vácuo e transportados sob refrigeração (em torno de 1°C) às câmaras frias do Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de

Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), Campinas-SP.

Quadro 1 – Composição percentual das diferentes rações (matéria seca)

Ingredientes	Composição, %		
	85%	79%	73%
Níveis de Concentrado			
Milho Grão Seco	41,2	37,4	33,8
Farelo de Soja 49%	13,6	14,0	14,2
Polpa de Citrus Peletizada	28,2	25,6	23,0
Bagaço de Cana in natura	15,0	21,0	27,0
Uréia	0,8	0,8	0,8
Núcleo Mineral	1,0	1,0	1,0
Sulfato de Amônia	0,05	0,05	0,05
Cloreto de Potássio	0,2	0,2	0,2
Rumensin	0,03	0,03	0,03
NUTRIENTES			
Proteína Bruta, %	14,6	14,3	14,0
Proteína Degradável no Rúmen, %	9,9	9,8	9,6
NDT (nutrientes digestíveis totais), %	74,5	71,4	68,3

Os músculos foram escolhidos seguindo o critério de estabilidade da cor e proporção de fibras vermelhas, já que as fibras vermelhas são mais ricas em organelas subcelulares, principalmente mitocôndrias, possibilitando maior concentração de -tocoferol devido a sua localização nas membranas celulares e subcelulares. As fibras vermelhas além disso contém mais lipídeos, mioglobina e maior atividade enzimática o que poderia influenciar a estabilidade da cor. Sabe-se que a estabilidade da cor é dependente do tipo muscular, sendo o músculo Longissimus dorsi classificado como do grupo de músculos de maior estabilidade, enquanto o SS está classificado como de baixa estabilidade, sendo o ST intermediário (Renner, 1990).

3. MATURAÇÃO

Os músculos SS, ST e LL, após serem embalados a vácuo (Cryovac BB200 0024X0035 N1C0S00), foram maturados em câmara fria sob temperatura em torno de 2°C por 14 dias, então foram congelados em câmara de estocagem com temperatura de -20°C até que fossem requisitados para as análises pertinentes.

4. FABRICAÇÃO DO CHARQUE

O charque foi fabricado segundo método proposto por Picchi & Cia (1980), que foi modificado para as condições de laboratório.

4.1. Matéria-Prima

Parte da ponta-de-agulha desossada referente à região anatômica compreendida pelas quatro primeiras costelas (6^a, 7^a, 8^a e 9^a respectivamente) como bases ósseas, estendendo-se até 10-15 cm dos músculos intercostais e impressões das costelas. Para permitir uma salga mais uniforme, foi feito um corte transversal na parte mais espessa da peça com profundidade em torno de 1,0 cm. As peças de carne apresentavam espessura em torno de 5 cm.

4.2. Salga Úmida

Um tanque de aço inox com capacidade de 200 L foi utilizado para preparar a salmoura e salgar as peças previamente identificadas com etiquetas plásticas. A salmoura foi preparada com 120 L de água filtrada e 40,20 kg de sal fino comercial. As peças cárneas, pesando 40 kg no total, foram movimentadas na salmoura, com o auxílio de bastões de aço inox, por 50 minutos, o que é chamado tradicionalmente de “queima da carne”.

4.3. Gotejamento

Com o objetivo de retirar o excesso de água das peças, estas foram penduradas por meio de ganchos em carrinho próprio por 80 minutos. Este excesso resultaria em perda desnecessária de sal grosso na operação seguinte.

4.4. Salga Seca

As peças, em número de doze (todo o processo foi realizado com dois grupos de doze peças), foram colocadas em uma prensa (já que o número seria insuficiente para que o próprio peso das peças exercesse a pressão apropriada) uma sobre a outra, em dois grupos com 6 peças, sendo que entre cada peça, abaixo e acima, havia uma camada de sal grosso

em torno de 4 mm. As peças foram prensadas a uma razão de $0,5 \text{ kg/cm}^2$. As peças foram mantidas desta forma por 24 horas, o que é chamado na linguagem de charqueada de “salga”. Após este período as peças foram invertidas, tanto em sua posição na pilha como em sua orientação parte muscular/parte gordurosa, sendo que na salga posicionamos a parte gordurosa para cima, assim neste momento esta foi orientada para baixo. O sal perdido foi repostado, refazendo-se as camadas de 4 mm. Este novo período de 24 horas sob pressão é chamado de “ressalga”. Em seguida houve uma nova inversão das peças e reposição do sal. As peças ficaram sob pressão por mais 24 horas, operação chamada de “pilha volta”. O sal grosso gasto nas operações foi: salga – 12,0 kg, ressalga – 3,0 kg, e pilha volta – 0,2 kg, perfazendo um total de 15,2 kg para 40 kg de carne processada.

4.5. Tombagem

Para uniformização da concentração de sal nas peças e também da pressão, estas continuaram sendo invertidas após a retirada do excesso de sal. Esta operação recebe o nome de “tombagem”. Foram realizados 5 “tombos” a intervalos de 24 horas entre eles.

4.6. Lavagem

Após os tombos, as peças foram lavadas para retirada do sal em excesso na superfície, e deixadas secar à temperatura ambiente penduradas em carrinhos de metal, do tipo utilizado para defumação.

4.7. Secagem

No dia seguinte, iniciou-se o processo de secagem ao sol por 5 dias, sendo 6 horas/dia em horários de sol mais forte no sentido norte/sul, de forma que as peças recebessem incidência de raios solares de um lado e outro por períodos iguais de 3 horas. A temperatura superficial das peças atingiu o máximo de 39°C , enquanto internamente a temperatura tenha alcançado de $36\text{--}37^\circ\text{C}$. À temperatura de 39°C havia fusão da gordura. O carrinho, no qual as peças foram expostas à secagem, estava coberto com tela de nylon para evitar insetos e outras sujidades que por acaso pudessem surgir durante o processo. Após o período de exposição ao sol (“5 sóis”), as peças foram cortadas e embaladas à vácuo. A atividade de água a este ponto era de 0,74.

O charque produzido apresentou as seguintes características: 0,74-0,75 de A_w , 44,4-44,9 % de umidade, 31,9-33,0 % de proteína, 8,4-8,5 % de lipídeos totais, 16,0-16,3 % de resíduo mineral fixo, 14,7-14,8 % de cloretos, valor de TBA de 1,3-1,4 mg/kg, 160,9-168,4 mg/100g de colesterol e pH 5,7. Estes dados foram apresentados e discutidos por Facco (2002).

5. ANÁLISE DE VITAMINA E (α -TOCOFEROL) E COLESTEROL LIVRE

As amostras foram retiradas dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, trituradas, homogeneizadas em mutiprocessador de alimentos, e analisadas conforme metodologia proposta por Katsanidis & Addis (1999) para a determinação simultânea do α -tocoferol e do colesterol livre. Todas as análises foram feitas em duplicata, com duas injeções para cada determinação em todas as peças individuais de cada animal.

Foram utilizados padrões da marca Sigma: alfa-tocoferol (Sigma T 3251, +95%) e colesterol (5-cholesten-3 β -ol Sigma C-8667, +99%). Todos os solventes foram de grau cromatográfico ou analítico, dependendo da finalidade da técnica empregada. Os solventes utilizados na fase móvel foram filtrados em filtros Millipore, com poros de 0,45 μ m de diâmetro e degaseificados em banho ultra-sônico.

5.1. Extração

Dois gramas de músculo, previamente homogeneizados, foram colocados em tubo plástico de centrífuga de 50 ml. Foram adicionados 8 ml de etanol absoluto, 10 ml de água destilada e 8 ml de hexano. Após a adição de cada solvente, a mistura foi homogeneizada por 30 segundos em agitador de tubos tipo vortex. Em seguida os tubos foram tampados e centrifugados a 1500 rpm por 10 minutos. A camada superior (orgânica) foi colhida, filtrada em filtros tipo Millex (Millipore JBR13LCR1) de 0,45 μ m e então o extrato foi analisado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

5.2. Cromatografia

A CLAE foi executada em um cromatógrafo HP (Hewlett-Packard), série 1050, sistema de injeção manual tipo Rheodyne, coluna de guarda de sílica, com detector de arranjo de diodos (DAD). Vinte microlitros foram injetados em uma coluna cromatográfica de sílica, 5 μm , 150x4,6 mm (d.i.), Microsorb-MV (Rainnin Instrument Company). A fase móvel foi composta por hexano-isopropanol (99:1) em sistema isocrático de eluição, a uma vazão de 1,3 ml/min. O comprimento de onda de leitura foi de 295 nm para α -tocoferol e de 202 nm para o colesterol. Nestas condições, o α -tocoferol foi eluído em torno de 2,5 minutos e o colesterol em torno de 7,0 minutos. A corrida típica durava em torno de 10 minutos. As identificações foram feitas por comparação dos tempos de retenção de padrões analisados nas mesmas condições analíticas, co-cromatografia e através dos espectros de absorção, obtidos no DAD. A quantificação foi feita por padronização externa, sendo as curvas construídas utilizando-se 5 níveis de concentração, onde cada ponto foi representado pela média de duas determinações. Os níveis de concentração para o colesterol variaram de 75 $\mu\text{g/ml}$ a 600 $\mu\text{g/ml}$ e para o α -tocoferol de 1,30 $\mu\text{g/ml}$ a 6,05 $\mu\text{g/ml}$.

6. DETERMINAÇÃO DOS LIPÍDEOS TOTAIS

As amostras foram retiradas dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, trituradas, homogeneizadas e analisadas conforme metodologia proposta por Folch et al. (1957). Todas as determinações foram feitas em duplicatas.

7. ANÁLISE DOS ÁCIDOS GRAXOS

A transesterificação dos ácidos graxos dos lipídeos totais das amostras de músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, foi realizada de acordo com o procedimento proposto por Metcalfe et al. (1966). A análise cromatográfica foi desenvolvida em cromatógrafo a gás Varian, mod. 3400 CX, equipado com detector de ionização em chama, injetor split, coluna capilar de sílica fundida DB-FFAP (30 m x 0,32 mm x 0,25 μm) (J&W Scientific, USA). Os parâmetros de análise foram: temperatura do injetor 250°C; temperatura do detector 280°C; temperatura da coluna 140°C por 30 minutos e programada para aumento de

temperatura a 2,5°C por minuto até atingir 210°C, permanecendo estável por mais 12 minutos. Como gás de arraste, foi utilizado o hidrogênio a uma vazão de 2 mL por minuto; o nitrogênio (28 mL por minuto) foi utilizado como gás “make up”, além do hidrogênio (30 mL por minuto) e o ar sintético (300 mL por minuto) para a chama do detector. O volume de injeção foi de 1 µL e “split” na razão de 2:98. O tempo de retenção, área dos picos e valores de percentagem relativa de área (método da normalização) foram obtidos com o uso do software Varian versão 4.5.

A composição média dos ácidos graxos foi obtida a partir de duas metilações para cada extração, sendo as injeções realizadas em duplicata. Foram realizadas, portanto, 4 análises por cada amostra totalizando 96 cromatogramas para cada tipo de músculo.

A identificação dos ácidos graxos foi feita utilizando-se os seguintes procedimentos: determinação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma – F.A.M.E. Mix C4-C24) e comparação com o tempo de retenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos dos músculos analisados; valores de comprimento equivalente de cadeia (ECL) calculados a partir dos tempo de retenção corrigidos de padrões de ésteres metílicos e das amostras, os quais foram comparados com dados da literatura (Silva, 2000; Maia, 1992; Stransky Et Al., 1997; Thompson, 1996; Visentainer, 2003)

8. PERDA DE SUCO E pH

A perda de suco foi avaliada de acordo com Asghar et al. (1991). Os músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, foram descongelados, cortados em bifes de 1,5 cm de espessura, embalados sobre “pads” absorventes, em bandejas de poliestireno cobertas com filme plástico permeável ao oxigênio. As determinações foram realizadas em duplicata. As bandejas foram mantidas em câmara fria a 7°C, com ventilação forçada de 2 m/s, sob luz fluorescente (1000 a 1500 lux). As lâmpadas utilizadas foram Osram Natura De Luxe – L36w/76-1. As amostras em duplicatas foram pesadas nos 5 dias que ficaram expostas nas bandejas. A perda de suco foi considerada como a perda percentual de peso durante a exposição. O pH foi medido nos 5 dias de exposição com um eletrodo com sonda de penetração.

9. DETERMINAÇÃO DOS ÓXIDOS DE COLESTEROL NO CHARQUE

A parte muscular das amostras de charque foram trituradas e retirada uma alíquota de 10 g para extração dos lipídeos. Os lipídeos foram extraídos conforme Folch et al. (1957) e analisados para óxidos de colesterol de acordo com o método proposto por Penazzi et al. (1995). Os padrões de óxidos de colesterol foram obtidos da Sigma, 7-cetocolesterol (5-cholesten-3 β -ol-7-one, Sigma C 2394), 25-hidroxicolesterol (5-cholestene-3 β ,25-diol, Sigma H1015) e colesterol 5 α ,6 α -epóxido (5 α ,6 α -epoxycholestan-3 β -ol, Sigma C 2773). Todos os solventes utilizados foram de grau cromatográfico.

Para a limpeza da amostra e a concentração dos óxidos de colesterol, foram utilizados cartuchos de extração em fase sólida de sílica. Os lipídeos (100 mg) foram dissolvidos em 0,5 ml de hexano/éter etílico (8:2 v/v) e aplicados em um cartucho de sílica de 500 mg que tinha sido lavado previamente com 3 ml de hexano. A eluição foi realizada com 3 ml de hexano/éter etílico (8:2 v/v), 4 ml de hexano/éter etílico (1:1 v/v), e 3 ml de metanol. As duas últimas frações foram misturadas, o solvente foi evaporado sob nitrogênio a baixa temperatura (<50°C), e o resíduo foi redissolvido em 1 ml de isopropanol/hexano (7:93 v/v) antes da injeção no cromatógrafo líquido.

A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foi executada com um cromatógrafo Hewlett-Packard 1050 com detector de arranjo de diodos. Vinte microlitros foram injetados em uma coluna cromatográfica de sílica, 3 μ m, 150x4,6 mm, Econosphere (Alltech Associates, Inc). A eluição foi realizada sob condições isocráticas com a fase móvel composta de isopropanol/hexano (7:93 v/v) a uma vazão de 1 ml por minuto. O comprimento de onda para determinação foi de 233 nm para o 7-cetocolesterol e 208 nm para os demais. O tempo de retenção foi de 4 minutos para 25-hidroxicolesterol, 5 minutos para colesterol 5 α ,6 α -epóxido e 7 minutos para 7-cetocolesterol, aproximadamente. As identificações foram feitas por comparação dos tempos de retenção, co-cromatografia e através dos espectros obtidos. A quantificação foi feita através de curvas de calibração externa com os respectivos padrões.

10. AVALIAÇÃO DA COR

Os músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, foram descongelados e tomados em

duplicata para cada amostra, cortados em bifes de 1,5 cm de espessura, embalados em bandejas de poliestireno cobertas com filme plástico permeável ao oxigênio. As bandejas foram mantidas em câmara fria a 7°C, com ventilação forçada de 2 m/s, sob luz fluorescente (1000 a 1500 lux). As lâmpadas utilizadas foram Osram Natura De Luxe – L36w/76-1. As medidas de cor foram feitas em triplicata para cada uma das duplicatas de amostras, durante 5 dias consecutivos. A medida objetiva da cor foi realizada no espaço de cor $L^*a^*b^*$, mediante reflexão, utilizando um espectrofotômetro HunterLab Color-Quest II, calibrado com um padrão de calibração branco com os seguintes valores $x=77,46$ $y=82,08$ $z=88,38$, e utilizando o iluminante D65 e ângulo do observador de 10° nas condições de luminosidade definidas pela Comissão Internationale de l'Eclairage (CIE). A cor da carne foi expressa pelo sistema $L^*a^*b^*$, onde L^* representa a luminosidade (oscilando do branco – 100% ao preto – 0%), a^* o eixo vermelho/verde e b^* o eixo amarelo/azul. Utilizando transformações geométricas dos valores a^* e b^* se pode obter o índice de saturação (C^*) ou croma e o ângulo hue ou tonalidade (h), ambos são bons preditores da percepção sensorial da cor. O índice de saturação (C^*), que revela a intensidade da cor, foi calculado utilizando a seguinte fórmula: $C^*=(a^2+b^2)^{0,5}$, enquanto que o ângulo hue foi calculado pela expressão: $h=\text{arcotangente}(b^*/a^*) \times \{360^\circ/(2 \times 3,14)\}$.

11. SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO (TBA)

As amostras foram retiradas dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, então foram trituradas, homogeneizadas e analisadas para substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) conforme metodologia proposta por Raharjo et al. (1992), modificada por Facco e Godoy (2003) onde exclui-se a fase de limpeza com cartucho de extração em fase sólida. A uma alíquota de 10 g da amostra se adicionou 40 ml de solução aquosa de ácido tricloroacético (TCA) a 5% e 1 ml de solução aquosa de butilhidroxitolueno (BHT) a 0,15%. Após a homogeneização por 1 minuto e filtração, o extrato foi transferido para balão volumétrico de 50 ml, completando-se o volume com TCA 5%. Dois mililitros foram reagidos com 2 ml de solução de TBA a 0,08 M em ácido acético a 50%. A mistura foi aquecida em banho-maria fervente por 50 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro Perkin Elmer lambda 6 Series PECSS a 531 nm. A quantificação foi

feita através de curvas de calibração externa, produzidas com soluções de 1,1,3,3-tetraetoxipropano em TCA 5%.

12. ANÁLISE SENSORIAL PARA SABOR DA CARNE ASSADA

Os músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, foram mantidos a 5°C por aproximadamente 12 h para descongelar, permitindo assim o corte em bifes com 1,5 cm de espessura. Os bifes foram assados em forno à temperatura de 150°C (os bifes de ST foram assados envolvidos em papel alumínio) até atingirem a temperatura interna de 70°C, e após as bordas serem retiradas, foram cortados em cubos de $\pm 1 \text{ cm}^3$, evitando-se tecido conjuntivo e gorduroso visíveis. Os cubos de carne assada foram colocados juntos e misturados para se aleatorizar a amostragem, e então, em número de três, foram cobertos com papel manteiga, embalados com sacos de polietileno (20X30cm) e mantidos sob refrigeração ($\pm 5^\circ\text{C}$) até sua utilização (1, 2, e 3 dias), quando foram reaquecidos em banho-maria a 70°C por 5 a 10 minutos e servidos aos provadores. Cada provador recebeu 6 amostras para avaliação, 3 controle e 3 suplementadas. O procedimento foi repetido para cada tipo de músculo.

12.1. Análise sensorial

Na pré-seleção, ou recrutamento dos provadores, foram contatados 35 indivíduos, dentro da faixa etária de 20-50 anos. Este número foi necessário, pois os provadores eram inexperientes e era desejado, inicialmente, um número de 10-15 provadores. Os indivíduos recrutados eram estudantes ou funcionários da FEA-UNICAMP, Campinas-SP, Brasil. O contato foi feito por meio de questionário com informações sobre os testes e solicitação de informações sobre os interessados como: disponibilidade de tempo, saúde, conhecimento e interesse no produto, dados pessoais, e outros (**Figura 1**). Dos 35 indivíduos pré-selecionados, através do questionário, 24 foram avaliados com testes de diferença para determinar a habilidade em discriminar diferenças de “warmed-over flavor” (WOF) em amostras de carne assada. Foi utilizado o teste triangular, devido a probabilidade de acertar ao acaso um terço, com isso obtinha-se maior eficiência estatística do que os testes de

diferença simples (probabilidade de $\frac{1}{2}$). Dos 24 indivíduos testados, 13 foram selecionados após os 4 testes triangulares que indicaram percepção de WOF (mais de 70% de acertos, ou acerto em pelo menos 3 testes). O grau de dificuldade dos testes foi ajustado utilizando-se amostras dos diferentes tratamentos, que foram 1, 2 e 3 dias sob refrigeração após o cozimento. Foram feitos 4 testes triangulares, o primeiro comparou carne assada recém feita e carne assada reaquecida após 3 dias de conservação sob refrigeração; o segundo comparou carne assada reaquecida após 1 dia de conservação com carne reaquecida após 3 dias; o terceiro comparou carne recém feita com carne reaquecida após 1 dia; o quarto teste comparou carne reaquecida após 1 dia de conservação sob refrigeração com carne reaquecida após 2 dias. Os três primeiros testes triangulares mostraram existir diferença significativa ($P < 0,05$) entre as amostras analisadas comparando o número de acertos (18/24, 16/24 e 16/24) com a tabela para teste triangular (Meilgaard et al., 1987), enquanto no quarto teste (12/24) só havia diferença com significância de 10%. O Perfil Sensorial de cada amostra foi determinado por estes provadores segundo a metodologia de análise descritiva quantitativa (Stone & Sidel, 1985), modificada neste estudo.

Todos os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do DEPAN da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA – UNICAMP), em cabines individuais, com utilização de iluminação branca para avaliação da aparência e com iluminação vermelha para avaliação do aroma, sabor e textura. Para a obtenção da lista de descritores e treinamento dos provadores, utilizou-se uma mesa redonda onde foram realizadas as discussões abertas, sob a coordenação de um indivíduo com conhecimento teórico e prático sobre o produto.

RECRUTAMENTO DE PROVADORES

Você já deve ter ouvido falar sobre testes onde produtos são provados (vinho, café, etc.). Para ter credibilidade, os testes devem ser realizados por provadores treinados. Desejamos formar uma equipe treinada de provadores. Os futuros provadores avaliarão a qualidade sensorial de produtos obtidos no projeto de Suplementação de Bovinos com Vitamina E. Entre os produtos inclui-se: carne assada dos cortes contra-filé, lagarto e peixinho. Ser um provador não exigirá de você nenhuma habilidade excepcional e não tomará muito do seu tempo. Se você tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, por favor, não hesite em contactar-nos (Moacir, e-mail e tel. 2540052)

Formulário

Nome: _____ Faixa etária: ____ 15-20; ____ 20-30; ____ 30-40; ____ 40-50; ____ 50-60 Endereço: _____ Telefone: _____

Horário e dias da semana em que trabalha ou tem aulas: _____ Existe algum dia ou horário durante o qual você não poderá participar dos testes? Quais?

01) Indique os períodos em que você pretende tirar férias este ano.

02) Indique quanto você aprecia cada um destes produtos.

	Gosto	Nem gosto/Nem desgosto	Desgosto
a) Carne cozida	_____	_____	_____
b) Carne assada	_____	_____	_____
c) Carne salgada e cozida	_____	_____	_____

03) Cite alimentos e ingredientes que você desgosta muito.

04) Você é capaz de distinguir aroma de carne assada de aroma de carne cozida?

05) Descreva algumas características que você percebe em carnes processadas e não processadas.

06) Você é capaz de citar um alimento que seja suculento?

07) Marque na linha direita de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que foi coberta de preto (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar).

Exemplos:

a)  nenhuma toda

b)  nenhuma toda

c)  nenhuma toda

Sua vez,

a)  nenhuma toda

b)  nenhuma toda

c)  nenhuma toda

d)  nenhuma toda

09) Especifique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde. Explique, por favor.

10) Você se encontra em dieta por razões de saúde? Em caso positivo, explique por favor.

11) Indique se você possui: ____ Diabetes; ____ Hipertensão; ____ Hipoglicemia; ____ Doença bucal; ____ Outros (Especifique)

FIGURA 1. Ficha de recrutamento de provadores

12.2. Desenvolvimento de terminologia descritiva

O desenvolvimento da terminologia descritiva das amostras de carne assada (LL, ST e SS) foi conduzido utilizando o Método de Rede (Moskowitz, 1983). Os produtos foram apresentados aos provadores, em cabines individuais de avaliação sensorial. Os componentes da equipe foram solicitados a avaliar as amostras utilizando a Ficha para desenvolvimento da terminologia descritiva (Figura 2).

Nome: _____ Data: ____/____/____		
Por favor, prove as duas amostras quanto a aparência, aroma, gosto, sabor e textura e indique em que elas são similares e em que são diferentes.		
APARÊNCIA	Similaridades	Diferenças
AROMA	Similaridades	Diferenças
GOSTO	Similaridades	Diferenças
SABOR	Similaridades	Diferenças
TEXTURA	Similaridades	Diferenças

FIGURA 2. Ficha de aplicação do método de rede para o desenvolvimento de terminologia descritiva

Após cada provador ter gerado seus próprios termos para descrever as similaridades e as diferenças entre as amostras, discussões em grupo foram conduzidas sob a supervisão do líder com o objetivo de agrupar termos descritivos semelhantes e gerar amostras

referências. Alguns termos e referências foram baseados ou dirigidos para aqueles descritos na literatura (Melton et al., 1987; Byrne et al, 1999a, 1999b e 2001). Sessões suplementares de avaliação das amostras, e das referências e de discussão em grupo resultaram no uso consensual de termos descritivos pela equipe sensorial e na elaboração da Ficha de Avaliação das Amostras (**Figura 3**).

Para maior compreensão e consenso dos provadores, foram estabelecidas definições de cada termo descritivo pela equipe sensorial (**Quadro 2**). De 70 termos inicialmente propostos reduziu-se para 29 termos. Os critérios para a escolha destes termos foi em primeira instância o número de citações para cada termo, a relevância para o produto, o poder de discriminação entre as amostras, não serem redundantes e serem claramente percebidos pelo grupo de provadores. Por fim, termos que não se enquadravam nestas premissas foram eliminados. Dentre os 29 termos selecionados, aqueles relativos a aparência e textura, ainda que importantes na caracterização da amostra, poderiam ser eliminados, já que não contribuíam para a discriminação de WOF na carne assada, assim restariam 23 termos. Destes 23 termos, 5 (aroma de carne cozida, aroma de charque, aroma de castanha do Pará, sabor de carne cozida e sabor de charque) foram removidos devido a dificuldade, de alguns componentes do grupo, em detectá-los, restando no final 18 termos (**Figura 3**). Além disso, o atributo sabor de óleo vegetal, pelos mesmos motivos citados, foi substituído por sabor de óleo vegetal oxidado, sendo que este último se mostrou muito importante na diferenciação das amostras.

12.3. Treinamento e Seleção da Equipe de Análise Descritiva

Durante as sessões de treinamento, os provadores foram solicitados a avaliar a intensidade de cada atributo nas diferentes amostras utilizando a ficha de avaliação previamente desenvolvida pela equipe sensorial (**Figura 2**). Por ser a carne assada um produto complexo, e os provadores inexperientes, foram necessárias 20 sessões, com duas horas cada, para o desenvolvimento da terminologia e treinamento dos provadores. Entre estas sessões, estão as sessões de “retreinamento” devido à ausência da maioria dos provadores em certos períodos (ex: férias) e de “reavaliações” devido a dificuldade de alguns provadores na avaliação de alguns atributos. Em cada sessão, foram colocados à disposição dos provadores os materiais de referência e a definição de cada termo descritivo.

FICHA DE AVALIAÇÃO DESCRITIVA – CARNE ASSADA

Nome:

Data:

Código da amostra:

Prove as amostras de carne assada avaliando os atributos de aroma, gosto e sabor e marque a intensidade nas escalas abaixo:

AROMA

Carne assada		
	Pouco	muito
Carne de frango		
	Nenhum	muito
Peixe		
	Nenhum	muito
Óleo de linhaça		
	Nenhum	muito
Óleo vegetal oxidado		
	Nenhum	muito
Noz		
	Nenhum	muito
Ovo cozido		
	Nenhum	muito
Papelão		
	Nenhum	muito

GOSTO

Salgado		
	Nenhum	muito
Doce		
	Nenhum	muito
Ácido		
	Nenhum	muito
Amargo		
	Nenhum	muito
Umami		
	Nenhum	muito

SABOR

Carne assada		
	Pouco	muito
Carne de frango		
	Nenhum	muito
Óleo vegetal oxidado		
	Nenhum	muito
Noz		
	Nenhum	muito

AFTER TASTE

After taste umami		
	Nenhum	muito

Figura 3. Ficha de avaliação descritiva das amostras.

O treinamento dos provadores consistiu na avaliação das amostras de carne assada em três repetições(Figura 3). Cada atributo foi avaliado através de uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos pelos termos de intensidade mínimos e máximos próprios de cada atributo. Utilizou-se um delineamento experimental de blocos completos casualizados (Meilgaard et al, 1987).

A análise de variância foi executada para os resultados de cada provador (Fontes de Variação: amostras, repetições). Provadores que apresentaram bom poder discriminativo ($p_{amostra} \leq 0.50$), boa reprodutibilidade nos julgamentos ($p_{repetições} > 0.05$) e consenso com os demais membros do grupo, foram selecionados para compor a equipe descritiva treinada. Das análises de variância realizadas, observou-se também os valores de F provador, F amostra e F interação provador x amostra, dos quais, respectivamente, as significâncias de $p > 0,05$, $p < 0,05$ e $p > 0,05$ seriam consideradas ideais.

13. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados foi executada a partir dos valores obtidos por triplicata, utilizando o software SAS (1985) O procedimento GLM (General Linear Models) foi usado para avaliar os efeitos do tipo do músculo (músculos *Supraspinatus*, *Semitendinosus* e *Longissimus lumborum*), tratamento (2 níveis de suplementação: 0 e 1.000 mg) e tempo de exposição sob condições simuladas de varejo (1, 2, 3, 4 e 5 dias), nos indicadores determinados para cada análise laboratorial. O teste de T foi usado para realizar comparações múltiplas entre pares de medidas médias individuais.

Os resultados das avaliações nas análises sensoriais feitas pelos provadores foram submetidos à Análise de Variância, Teste de Médias (TUKEY) e Análise de Componentes Principais (ACP), através do programa estatístico SAS (1985). O experimento teve 6 tratamentos (2x3), ou seja 2 níveis de suplementação (0 e 1.000 mg) e 3 períodos de conservação sob refrigeração (1, 2 e 3 dias) após o cozimento, com 3 repetições (foram analisadas 3 amostras de cada tratamento), com a ausência de diferença entre os níveis de suplementação passou-se a considerar, para efeito estatístico, 3 tratamentos (períodos de conservação) com 6 repetições (3 repetições do nível 0 de suplementação e 3 do nível 1000mg).

QUADRO 2- Definição dos termos descritivos e referências usadas como extremos de escala de intensidade na ADQ de carne assada para os atributos de aroma, gosto e sabor.

ASPECTO	TERMO	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA MÍNIMA	REFERÊNCIA MÁXIMA
Aroma	Carne assada	Intensidade do aroma associado à carne assada.	Carne mal-passada – carne assada em forno a 150°C até a temperatura interna de 60°C (relacionado pelo grupo ao gosto de carne crua e gosto de sangue)	Carne bem passada - carne assada em forno a 150°C até a temperatura interna de 80°C
	Carne de frango	Intensidade do aroma associado ao coração de frango cozido.	Carne mal-passada	Coração de frango cozido em água a 98°C/40 min.
	Óleo de linhaça	Intensidade do aroma associado ao óleo de linhaça (relacionado pelo grupo ao aroma de mato, chá, passas e ração)	Água filtrada	Óleo de linhaça
	Peixe	Intensidade do aroma associado ao óleo de fígado de bacalhau	Água filtrada	Óleo de fígado de bacalhau
	Noz	Intensidade do aroma associado a noz	Água filtrada	Noz
	Papelão	Intensidade do aroma associado ao papelão	Água filtrada	Tiras de papelão molhado
	Óleo vegetal oxidado	Intensidade do aroma associado ao óleo de soja oxidado (relacionado pelo grupo ao aroma de pastelaria)	Água filtrada	Óleo de soja aquecido a 235°C/40 min.
	Ovo cozido	Intensidade do aroma associado ao ovo cozido.	Carne mal-passada	Ovo cozido em água a 98°C/20 min.
Gosto	Doce	Intensidade do gosto associado à sacarose.	Água filtrada	Solução de sacarose a 1%.
	Salgado	Intensidade do gosto associado ao cloreto de sódio.	Água filtrada	Solução 0,5% de NaCl.
	Ácido	Intensidade do gosto associado ao ác. cítrico.	Água filtrada	Solução 0,03% de ác. cítrico.
	Amargo	Intensidade do gosto associado à cafeína.	Água filtrada	Solução 0,03% de cafeína.
	Umami	Intensidade do gosto associado ao glutamato monossódico.	Água filtrada	Solução de glutamato monossódico 0,5%.
Sabor	Carne assada	Intensidade do sabor associado à carne assada.	Carne mal-passada	Carne bem passada
	Carne de frango	Intensidade do sabor associado ao coração de frango cozido.	Carne mal-passada	Coração de frango cozido em água a 98°C/40 min.
	Óleo vegetal oxidado	Intensidade do sabor associado ao óleo de soja oxidado	Água filtrada	Óleo de soja aquecido a 235°C/40 min.
	Noz	Intensidade do sabor associado a noz	Água filtrada	Noz
“After taste”	“After taste umami”	Gosto umami residual que fica após a mastigação	Água filtrada	Solução de glutamato monossódico 0,5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Conteúdo de α -tocoferol

Os resultados da concentração de vitamina E em músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol estão apresentados na **Figura 4**. A suplementação foi eficiente em conferir aumento de concentração intramuscular de α -tocoferol, sendo a diferença entre músculos de animais suplementados altamente significativa ($P < 0,0001$) em relação aos não suplementados (controles). Estes resultados concordam com estudos prévios (Arnold et al., 1993; Chan et al., 1996; Chan et al., 1998; Eikelenboom et al., 2000; Gatellier et al., 2001; Houben et al., 2000; Liu et al., 1996; Mitsumoto et al., 1998; O'Grady et al., 1998) que mostram a eficiência da suplementação em elevar os níveis celulares de α -tocoferol. A concentração de α -tocoferol encontrada nos músculos controles foi relativamente alta, considerando-se os valores encontrados na literatura (Arnold et al., 1993; Chan et al., 1996; Chan et al., 1998; Eikelenboom et al., 2000; Gatellier et al., 2001; Houben et al., 2000; Liu et al., 1996; Mitsumoto et al., 1998; O'Grady et al., 1998). Isto ocorreu, provavelmente, em decorrência da história prévia de alimentação a pasto antes do confinamento. Yang et al. (2002) demonstraram que os níveis de α -tocoferol no músculo eram maiores em bovinos alimentados a pasto do que alimentados a base de grãos, mas ao contrário do presente estudo, não encontraram diferença significativa entre animais suplementados (2500 UI/cabeça/dia) e controles em bovinos alimentados a pasto. Alguns pesquisadores relataram que o acesso a pastagens antes do experimento afetava negativamente os efeitos antioxidativos da suplementação com α -tocoferol (Faustman et al., 1998; Gatellier et al., 2001). Provavelmente os níveis mais altos de ácidos graxos insaturados na carne de bovinos alimentados a pasto expliquem esta constatação (Yang et al., 2002).

Arnold et al. (1993) estabeleceram uma concentração intramuscular de α -tocoferol ótima para máxima inibição do acúmulo de metamioglobina (3,3 $\mu\text{g/g}$) e para estabilidade lipídica (3,1 $\mu\text{g/g}$), já Liu et al. (1996b) encontraram os valores 3,0 a 5,7 $\mu\text{g/g}$ para retardar substancialmente estes processos oxidativos. No presente trabalho apesar dos animais não

suplementados apresentarem valores superiores aos mencionados a suplementação se mostrou eficiente na prevenção da oxidação.

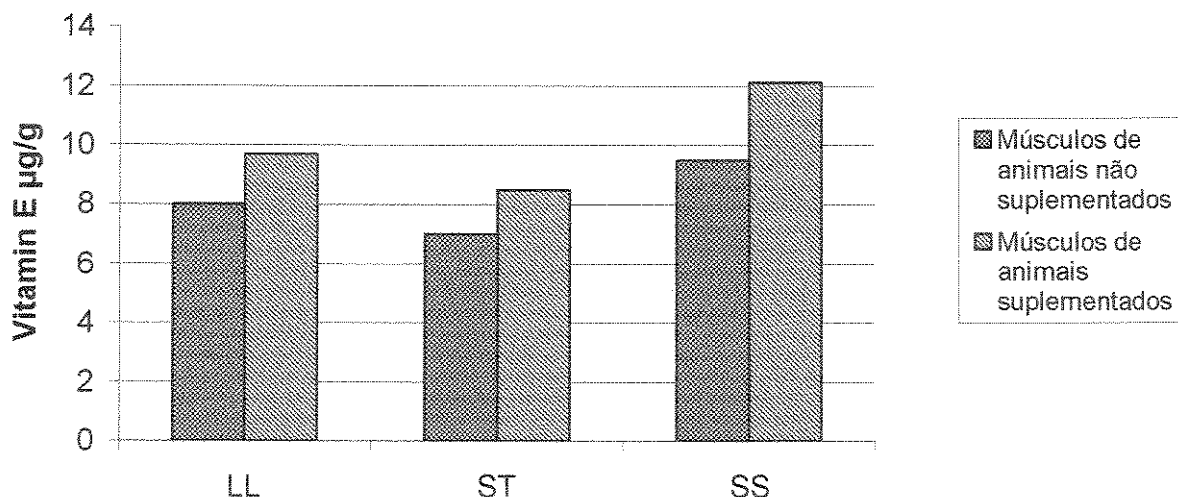


Figura 4 – Concentração de vitamina E em músculo de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol.

Entre os músculos, os mais vermelhos exibiram maiores níveis de α -tocoferol, sendo a seguinte ordem de concentração intramuscular $SS > LL > ST$. Esta tendência é a mesma em estudos anteriores, Chan et al. 1996, suplementando bovinos com 1204 UI/cab/dia, observaram que tanto controles como suplementados seguiram a ordem de concentração PM (psoas major) > GM (gluteus medius) > LL. A concentração foi maior 9,2, 8,2 e 8,9 vezes nos músculos de animais suplementados, 0,68 para 6,26 $\mu\text{g/g}$ em LL, 0,97 para 7,98 $\mu\text{g/g}$ em GM e 1,23 para 10,93 $\mu\text{g/g}$ para PM. Arnold et al. (1993) relataram uma maior concentração em GM (1,6 $\mu\text{g/g}$) do que LL (1,2 $\mu\text{g/g}$). Liu et al. (1996a) também observaram diferenças musculares: GM (2,69 $\mu\text{g/g}$) > SM-semi-membranosus (2,24 $\mu\text{g/g}$) > LL (1,97 $\mu\text{g/g}$).

2. TBA

A análise de TBA (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, mostrou que após a exposição da carne sob condições simuladas de varejo houve valores menores ($P<0,05$) para os músculos de animais suplementados em relação aos controles (**Figura 5**), demonstrando uma melhor estabilidade lipídica nos primeiros. Estes resultados estão em acordo com estudos anteriores (Eikelenboom et al., 2000; Gatellier et al., 2001; Houben et al., 2001; Liu et al., 1996; Mitsumoto et al., 1998; O'Grady et al., 1998; Stubbs et al., 2002), enquanto Yang et al. (2002) não encontraram efeito em carnes de bovinos alimentados a pasto. O efeito da suplementação sobre a estabilidade lipídica foi observado principalmente após um período de exposição em condições de varejo. Stubbs et al. (2002) observaram que os valores de TBA foram reduzidos sensivelmente em carne bovina suplementada com vitamina E e embalada sob atmosfera modificada comparada aos controles, mas não houve diferença significativa até dois dias de exposição. Gatellier et al. (2001) analisaram carne bovina e constataram que os valores de TBA foram significativamente diminuídos, principalmente ao fim do tempo de estocagem, para TB (triceps brachii) e LL embalados sob atmosfera modificada e para TB com filme permeável ao oxigênio, mas não para LL com filme permeável ao oxigênio.

Notou-se diferença ($P<0,05$) entre os músculos na estabilidade lipídica quando se compararam músculos de animais não suplementados após a exposição sob condições simuladas de varejo, sendo $LL>ST>SS$. Apesar de SS contar com a maior concentração de α -tocoferol demonstrou menor estabilidade lipídica em relação aos outros músculos analisados.

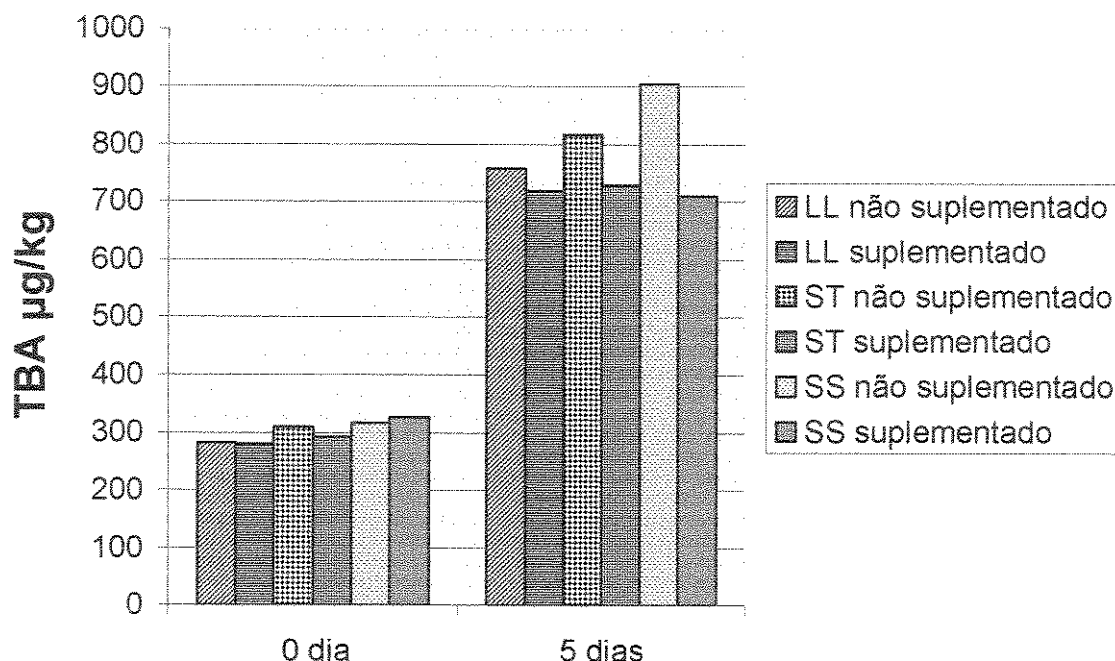


Figura 5 –TBA em músculo de novilhos da raça Nelore, suplementado ou não com vitamina E, sob condições simuladas de varejo.

3. Conteúdo de colesterol

Os resultados dos níveis de colesterol dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol estão apresentados na **Figura 6**. Bragagnolo (1997) encontrou níveis médios de 40-43 mg/100g de carne bovina crua, enquanto Sahasrabudhe e Stewart (1989) encontraram níveis médios de 43-53 mg/100g de carne bovina crua.

Após a análise dos resultados, observou-se que os níveis de colesterol muscular dos animais não suplementados foram superiores aos níveis de colesterol dos animais suplementados, sendo que apenas a diferença entre os tratamentos para o músculo SS foi significativa ($P < 0,05$). Sulli et al. (1998) trataram coelhos com alfa-tocoferol e observaram que os conteúdos de colesterol no plasma, fígado e coração foram significativamente menores nos animais tratados em relação aos controles. Alguns estudos associam a vitamina E com a biossíntese de colesterol (Porter, 2003), no entanto, pouco se conhece a respeito dos mecanismos envolvidos e qual a participação do alfa-tocoferol nesses.

Entre os músculos, o LL apresentou maior conteúdo de colesterol, sendo significativamente maior ($P<0,05$) do que os encontrados nos músculos SS e ST, os quais não apresentaram diferença entre si ($P>0,05$). Bohac & Rhee (1988) não encontraram diferença significativa, para níveis de colesterol tecidual, entre músculos (LD, SM e ST) e espécies (bovinos e suínos).

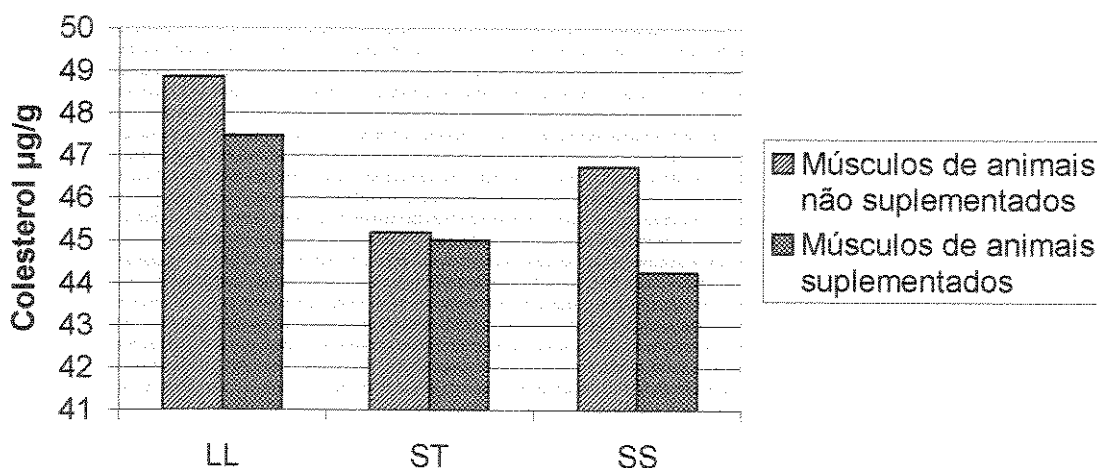


Figura 6 – Conteúdo de colesterol em músculo de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

4. Conteúdo de lipídeos totais

Os resultados das análises do conteúdo de lipídeos totais dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol estão representados no **Figura 7**. Observou-se um maior conteúdo médio de lipídeos nos músculos originados de animais suplementados com alfa-tocoferol. Sendo que a diferença no músculo SS foi significativa ($P<0,05$). Esta diferença não parece estar relacionada com a suplementação de alfa-tocoferol. Estudos anteriores não encontraram diferenças entre os lipídeos totais dos animais suplementados e dos controles (Zanardi et al., 1998; Mitsumoto et al., 1998; Yang et al., 2002). Yang et al. (2002) encontraram conteúdos de lipídeos totais (g/100g de músculo) diferentes em animais alimentados a pasto e com grãos para os músculos LD (1,71 e 3,63), SM (1,92 e 1,52) e GM (1,17 e 2,60). No presente estudo, o músculo ST apresentou níveis inferiores de lipídeos ($P<0,05$) em relação

aos músculos SS e LL, não havendo diferença ($P>0,05$) entre os últimos. Mitsumoto et al. (1998) observaram que o conteúdo de lipídeos em carne bovina não diferiu ($P>0,05$) entre os músculos PM e LT (*Longissimus thoracis*), e que a concentração de alfa-tocoferol não se correlacionou com o conteúdo de lipídeos nos músculos.

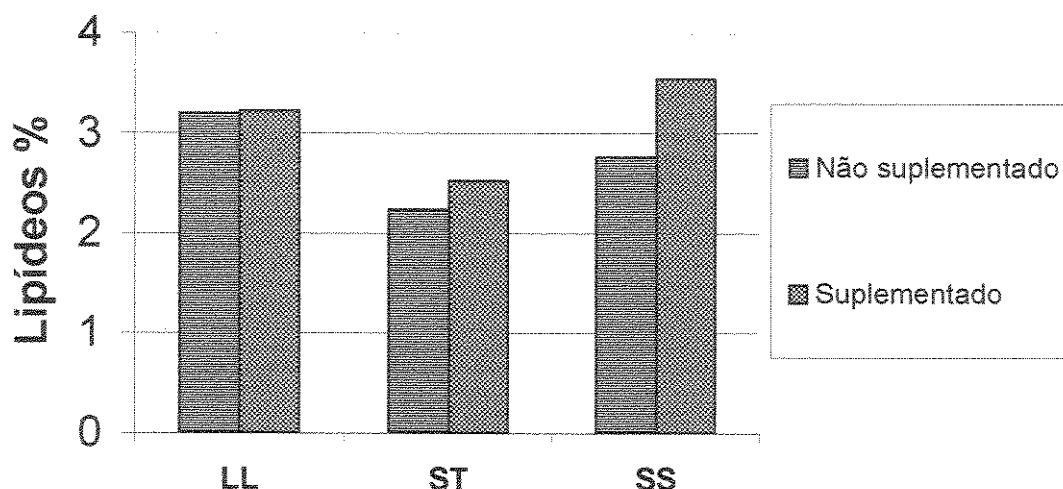


Figura 7 – Conteúdo de lipídeos totais em músculo de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

5. Composição de ácidos graxos

Os resultados da análise de ácidos graxos dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol estão representados nas **Tabelas 1, 2, 3 e 4**. Não se observou diferença ($P>0,05$) na composição dos ácidos graxos entre tratamentos e entre músculos. Estes dados estão em acordo com Yang et al. (2002) que não encontraram diferenças significativas da composição de ácidos graxos entre animais suplementados e controles, nem mesmo entre os músculos analisados (LD, SM e GM), mas encontraram diferenças ($P<0,05$) entre animais alimentados a pasto e animais alimentados com grãos. Entretanto estes autores observaram diferença significativa para polinsaturação entre animais a pasto (12,5-17,9%) e

alimentados com grãos (5,6-12,5%). Este dado, aliado a menor razão 18:2/18:3 (18:3 duas vezes mais propenso a oxidação do que 18:2) em animais a pasto, pode explicar parcialmente a razão pela qual os animais suplementados com vitamina E alimentados com grãos tem melhor estabilidade lipídica comparados aos animais suplementados a pasto. Chan et al. (1996) também não observaram diferenças significativas na composição de ácidos graxos entre os músculos LL, GM e PM de bovinos suplementados e controles.

A proporção de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados (Tabela 1) apresentam valores normalmente encontrados em estudos anteriores (Enser et al., 1996 e 1998a e b; Duckett et al., 1998; Yang et al. 1999; De Smet et al., 2000; Scheeder et al., 2001; French et al., 2003), onde foram encontradas médias entre 33 e 53% para saturados, 30 e 61% para monoinsaturados e 1,3 e 26% para poliinsaturados. Bragagnolo (1997), estudando o músculo LD de três raças bovinas, encontrou valores semelhantes ao do presente estudo, para bovinos da raça Nelore, mas com inversão dos valores de saturados e monoinsaturados, e valores levemente maiores de poliinsaturados, ácidos graxos n-3 e n-6 e relação n-3/n-6. De Smet et al. (2000) encontraram valores de ácidos graxos poliinsaturados muito elevados, entre 11 e 26%, em músculo LT de touros Belgian Blue. A justificativa para esta alta proporção de ácidos graxos poliinsaturados foi principalmente o baixo conteúdo de lipídeos totais intramusculares, aumentando relativamente o conteúdo de lipídeos polares que são mais ricos em ácidos graxos poliinsaturados (AGPI). A relação insaturados/saturados foi de $\pm 1,35$ em todos os cortes nos dois tratamentos. Yang et al. (1999), estudando composição de ácidos graxos de bovinos do Japão e da Austrália, demonstraram que a composição de ácidos graxos e a estrutura de triacilgliceróis da gordura bovina são os principais responsáveis pela textura da gordura. Eles observaram que gorduras com razão de insaturados/saturados de 1,9 (bovinos japoneses) apresentavam-se mais macias e com menores temperaturas de fusão em relação as gorduras com razão I/S de 1,0 (bovinos australianos). French et al. (2003) observaram que as razões I/S e n-3/n-6 eram maiores em bovinos que se alimentavam com maior proporção de forragens do que de concentrados.

Na **Tabela 2** observa-se que os ácidos graxos saturados, que apresentaram maiores níveis, foram o C16:0, C18:0 e C14:0 em ordem decrescente. O ácido mirístico (C14:0) é considerado como sendo o de maior efeito hipercolesterolêmico dos ácidos graxos

saturados, o palmítico (C16:0) de menor efeito e o esteárico (C18:0) de efeito nulo (French et al., 2003). E esses mesmos autores observaram que a suplementação com concentrados eleva a proporção de ácido mirístico (C14:0) na gordura bovina.

Os ácidos graxos poliinsaturados estão representados na carne bovina principalmente pelos ácidos linoléico (C18:2 n-6) e araquidônico (C20:4 n-6), que se mostraram em níveis relativamente mais elevados também neste estudo (**Tabela 3**). Atualmente, no meio científico, têm-se um grande interesse pelos ácidos graxos poliinsaturados n-3, principalmente para os de cadeia longa como o eicosapentaenóico (EPA, C20:5 n-3) e o docosahexaenóico (DHA, C22:6 n-3), já que são precursores de compostos envolvidos em vários processos metabólicos, incluindo aqueles relacionados à atividade cardiovascular (Haglund et al, 1998). Os dois foram observados em pequenas concentrações nos músculos analisados no presente estudo (**Tabela 3**). Um aumento no consumo de AGPI n-3 tem sido recomendado (American Heart Association, 1986) para controlar o desequilíbrio na razão AGPI n-6/n-3 nas dietas atuais (10:1) comparadas com aquelas dos humanos primitivos (1:1) (French et al. 2003). Embora as concentrações de AGPI C20 e C22 sejam muito menores do que em peixes, a manutenção de altos níveis de AGPI n-3 em carnes de ruminantes, através da alimentação a pasto, pode ser vantajosa na nutrição humana já que a carne de ruminantes é mais consumida (Enser et al., 1998b).

Na **Tabela 4** observamos que há percentual elevado de C18:1 (principalmente n-9 cis) perfazendo em torno de 87% dos ácidos graxos monoinsaturados. Esta alta proporção é uma característica da composição de ácidos graxos da gordura bovina, e esta proporção é aumentada quando os animais são suplementados com concentrados, pois estes contam com um grande percentual de C18:1 em relação às forrageiras (French et al., 2003; De Smet et al., 2000).

Tabela 1 - Classes de ácidos graxos em lipídeos intramusculares de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

Ácidos Graxos (%) ^a	LL				ST				SS			
	Controle		Suplementado		Controle		Suplementado		Controle		Suplementado	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
Saturados (S)^b	41,97	1,64	41,99	2,08	40,15	1,96	41,24	2,51	41,34	2,14	41,73	2,07
Monoinsaturados (M)^b	48,66	2,84	48,42	2,54	48,40	2,78	47,54	3,02	45,89	1,86	45,88	2,08
Poliinsaturados (P)^b	7,06	1,60	7,43	1,37	8,65	1,66	8,53	1,69	9,65	1,07	9,48	1,63
Dimetil acetal (DMA)^c	1,78	0,55	1,67	0,27	2,25	0,60	2,13	0,53	2,45	0,74	2,28	0,63
Não identificados	0,52	0,07	0,49	0,06	0,55	0,08	0,56	0,08	0,67	0,08	0,64	0,07
Diinsaturados (D)^b	3,27	0,42	3,40	0,51	3,88	0,65	3,86	0,64	4,65	0,39	4,61	0,84
P – D	3,79	1,23	4,04	0,95	4,77	1,09	4,67	1,14	5,01	0,80	4,87	0,93
P n-3^d	1,72	0,61	1,83	0,63	2,14	0,60	2,04	0,48	2,00	0,31	1,82	0,39
P n-6	4,67	1,04	4,97	0,78	5,74	1,11	5,72	1,16	6,94	0,83	6,97	1,25
P n-4, n-7 e n-9	0,67	0,09	0,63	0,10	0,77	0,08	0,77	0,11	0,71	0,06	0,69	0,10
n-3/n-6	0,36	0,06	0,36	0,09	0,37	0,04	0,35	0,03	0,29	0,03	0,26	0,03
P/S	0,17	0,04	0,18	0,03	0,22	0,04	0,21	0,04	0,23	0,03	0,23	0,05

^a Valores são média e estimativa do desvio padrão (dp) de determinações em duplicata.

^b Ácidos graxos sem ligações duplas (S), com uma ligação dupla (M), com duas ligações duplas (D) e com duas ou mais ligações duplas (P).

^c DMA - Produto da metilação de aldeídos graxos formados durante a reação de saponificação.

^d (n-) - Localização da primeira ligação dupla contada a partir da extremidade metil.

Tabela 2 - Ácidos graxos saturados em lipídeos intramusculares de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

Ácidos Graxos (%) ^a	LL				ST				SS			
	Controle		Suplementado		Controle		Suplementado		Controle		Suplementado	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
C12:0	0,08	0,01	0,09	0,03	0,09	0,04	0,09	0,03	0,11	0,03	0,12	0,03
C14:0	3,30	0,48	3,57	0,56	3,04	0,71	3,29	0,43	3,36	0,63	3,46	0,67
ai C15:0^b	0,13	0,03	0,13	0,02	0,16	0,04	0,17	0,03	0,19	0,03	0,20	0,02
C15:0	0,28	0,03	0,28	0,04	0,32	0,06	0,33	0,05	0,35	0,06	0,34	0,05
i C16:0^b	0,09	0,01	0,10	0,01	0,11	0,02	0,12	0,02	0,11	0,02	0,12	0,01
C16:0	24,20	1,06	24,24	1,36	23,59	1,49	23,65	1,19	22,70	1,67	22,35	1,45
i C17:0	0,36	0,04	0,35	0,04	0,39	0,05	0,39	0,05	0,39	0,04	0,38	0,04
ai C17:0	0,49	0,07	0,52	0,10	0,52	0,05	0,54	0,07	0,53	0,08	0,53	0,05
C17:0	0,76	0,09	0,73	0,12	0,77	0,06	0,79	0,14	0,86	0,10	0,88	0,14
i C18:0	0,10	0,03	0,11	0,02	0,10	0,01	0,11	0,02	0,11	0,02	0,10	0,01
C18:0	12,05	1,29	11,73	1,57	10,91	0,84	11,62	1,88	12,46	1,10	13,08	1,61
i C19:0	0,08	0,02	0,08	0,02	0,09	0,01	0,08	0,02	0,09	0,02	0,09	0,01
C20:0	0,07	0,02	0,07	0,02	0,07	0,01	0,08	0,02	0,07	0,02	0,08	0,02

^a Valores são média e estimativa do desvio padrão (dp) de determinações em duplicata.

^b Ácidos graxos ramificados das séries iso (i) e anteiso (ai).

Tabela 3 - Ácidos graxos poliinsaturados em lipídeos intramusculares de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

Ácidos Graxos (%) ^a	LL			ST			SS					
	Controle		Suplementado	Controle		Suplementado	Controle		Suplementado			
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp		
C18-2 n-6 cis	2,84	0,49	3,01	0,47	3,40	0,69	3,39	0,63	4,25	0,43	4,24	0,86
C18-3 n-6	0,10	0,04	0,13	0,07	0,08	0,08	0,08	0,03	0,07	0,03	0,06	0,02
C18-3 n-4	0,08	0,01	0,08	0,02	0,08	0,01	0,09	0,02	0,07	0,01	0,07	0,01
C18:3 n-3	0,26	0,06	0,26	0,07	0,35	0,12	0,33	0,06	0,38	0,05	0,36	0,06
C19:2 n-7	0,43	0,11	0,39	0,10	0,48	0,09	0,47	0,08	0,40	0,07	0,36	0,07
C20:3 n-9	0,16	0,05	0,16	0,03	0,21	0,05	0,21	0,07	0,25	0,04	0,25	0,06
C20:2 n-6	0,09	0,07	0,12	0,07	0,10	0,05	0,10	0,04	0,09	0,01	0,07	0,02
C20:3 n-6	0,35	0,12	0,36	0,07	0,44	0,11	0,45	0,13	0,49	0,11	0,47	0,10
C20:4 n-6	1,15	0,44	1,22	0,25	1,53	0,38	1,53	0,47	1,78	0,36	1,88	0,49
C20:4 n-3	0,05	0,02	0,04	0,01	0,08	0,02	0,07	0,02	0,06	0,01	0,05	0,01
C20:5 n-3	0,30	0,13	0,30	0,07	0,47	0,16	0,40	0,13	0,29	0,07	0,29	0,08
C21:5 n-3	0,34	0,23	0,54	0,40	0,23	0,14	0,23	0,11	0,29	0,13	0,19	0,06
C22:4 n-6	0,14	0,05	0,13	0,02	0,19	0,04	0,18	0,04	0,26	0,05	0,25	0,05
C22:5 n-3	0,58	0,21	0,53	0,12	0,84	0,21	0,80	0,20	0,84	0,17	0,76	0,19
C22:6 n-3	0,19	0,07	0,16	0,05	0,17	0,07	0,20	0,08	0,15	0,03	0,17	0,08

^a Valores são média e estimativa do desvio padrão (dp) de determinações em duplicata.

^b Cis/trans – Orientação das seções da molécula de cada lado de uma ligação dupla.

Tabela 4 - Ácidos graxos monoinsaturados em lipídeos intramusculares de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

Ácidos Graxos (%) ^a	LL				ST				SS			
	Controle		Suplementado		Controle		Suplementado		Controle		Suplementado	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
C14:1 n-5	0,97	0,15	1,12	0,33	0,98	0,37	1,02	0,32	0,84	0,27	0,84	0,25
C16:1 n-7	3,82	0,43	3,97	0,50	4,01	0,60	3,89	0,66	3,48	0,46	3,41	0,57
C16:1 n-5	0,26	0,05	0,27	0,05	0,29	0,04	0,30	0,05	0,26	0,05	0,25	0,04
C17:1 n-9	0,72	0,09	0,73	0,11	0,82	0,08	0,79	0,13	0,79	0,05	0,78	0,10
C18:1 n-9 cis	39,02	2,83	38,55	2,69	38,53	3,26	37,81	2,63	37,23	2,13	37,26	2,16
C18:1 n-7 e n-9 trans	2,68	0,41	2,54	0,30	2,60	0,39	2,54	0,25	2,24	0,17	2,27	0,17
C18:1 n-6	0,17	0,03	0,16	0,02	0,16	0,04	0,17	0,02	0,14	0,03	0,16	0,03
C18:1 n-5	0,51	0,12	0,55	0,07	0,55	0,11	0,56	0,10	0,44	0,08	0,45	0,06
C18:1 n-3	0,04	0,01	0,05	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,03	0,00
C20:1 n-11	0,15	0,02	0,17	0,04	0,15	0,04	0,14	0,03	0,14	0,05	0,14	0,03
C20:1 n-9	0,24	0,05	0,25	0,07	0,21	0,05	0,20	0,04	0,21	0,04	0,20	0,05
C24:1 n-9	0,08	0,05	0,06	0,02	0,06	0,04	0,08	0,04	0,09	0,03	0,09	0,05

^a Valores são média e estimativa do desvio padrão (dp) de determinações em duplicata.

^b Cis/trans -- Orientação das seções da molécula de cada lado de uma ligação dupla.

6. pH

Foi medido o pH dos bifes retirados dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol durante os cinco dias de exposição sob condições de varejo (**Figura 8**). Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os músculos LL e ST, mas houve diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos para o músculo SS, sendo o pH maior para os músculos originados de animais suplementados. Vários estudos não encontraram diferença significativa entre o pH de animais suplementados e controles em bovinos e suínos (Eikelenboom et al., 2000; Houben et al., 1998; Zanardi et al., 1998 e 1999). Houben et al. (2000) observaram que os valores de pH de amostras de carne bovina picada suplementada foram significativamente maiores do que dos controles, estas diferenças não foram consideradas relevantes ao estudo. De maneira geral o pH é utilizado para se detectar possíveis casos de PSE e DFD. No presente estudo foi observado que do 1º para o 5º dia de exposição houve uma queda significativa ($P<0,05$) do pH nos três músculos analisados. Houben & Van Dijk (2001) analisando presuntos fabricados com músculo semitendinoso bovino, observaram que o pH diminuiu, durante 28 dias de exposição, de 5,95 para 5,76. A média do pH foi a mesma para produtos originados de animais suplementados ou não suplementados. A provável causa da queda do pH seria ácido lático liberado pelo crescimento de bactérias ácido-láticas.

Entre os músculos houve diferença ($P<0,05$) nos valores de pH, sendo $LL<ST<SS$. Músculos com pH igual ou maior que 6,0 não foram utilizados nas análises de cor e perda de suco.

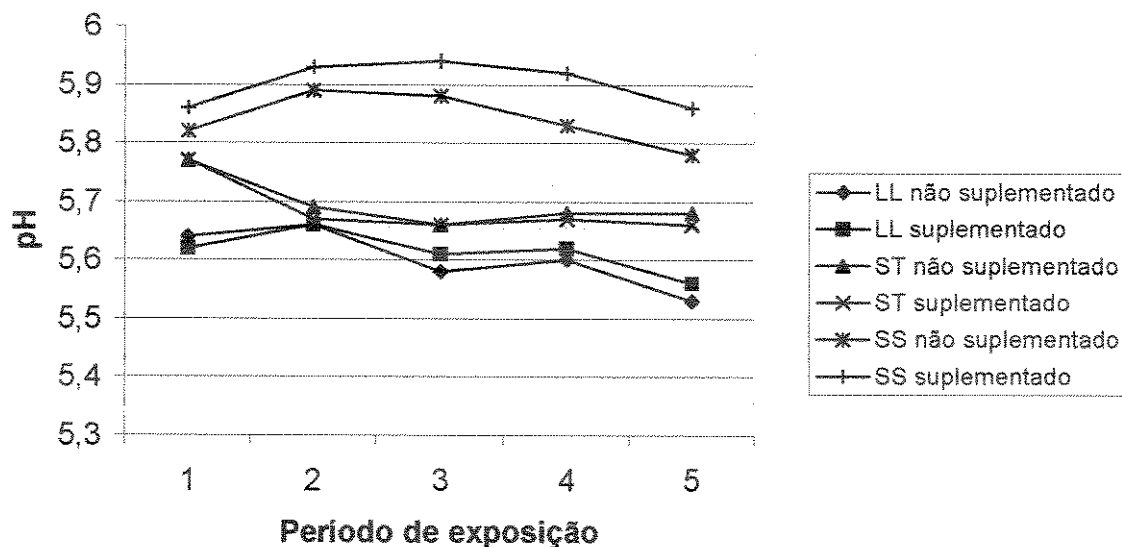


Figura 8 – pH em músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E, sob condições simuladas de varejo.

7. Perda de suco

A perda de suco nos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol foi avaliada pelos 5 dias de exposição (**Figura 9**). Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para o músculo LL, mas houve diferença ($P<0,05$) para os músculos SS e ST, sendo que os suplementados apresentaram menor perda de suco. O músculo SS apresentou a menor ($P<0,05$) perda de suco em comparação aos outros músculos analisados. Jensen et al. (1997) observaram que a perda de suco em músculo suíno LD foi aproximadamente 4 vezes maior que a encontrada em PM e não teve relação com a dieta de alfa-tocoferol.

Mitsumoto et al. (1995) encontraram que a dieta de vitamina E estabilizou a integridade celular e acentuou a habilidade do músculo bovino para reter componentes sarcoplasmáticos, resultando em menor perda de suco e maior retenção de peso durante a exposição. Asghar et al. (1991) também relataram menor perda de suco em suínos suplementados com α -tocoferol. Eikelenboom et al. (2000) observaram que a perda de suco foi significativamente mais alta para o grupo suplementado em músculo PM e não

observaram diferença em músculo LT de bovinos. Den Hertog Meiske et al. (1997) observaram o mesmo comportamento para os músculos PM e LL, mas relataram uma menor perda de suco para os músculos ST e SS suplementados. Estes resultados são semelhantes aos encontrados no presente estudo, no qual não houve efeito para o músculo LL, mas houve menor perda de suco para o músculo ST suplementado.

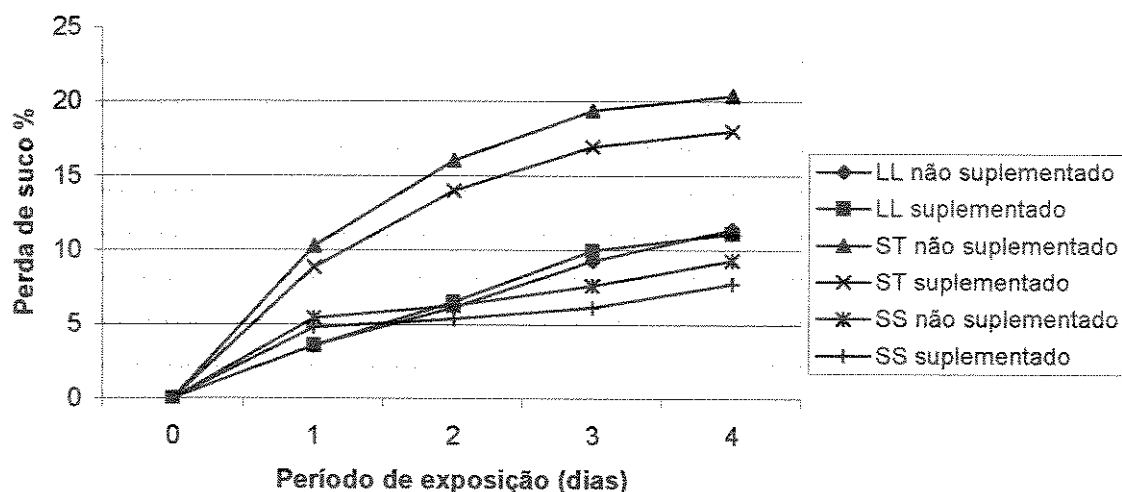


Figura 9 – Perda de suco em músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E, sob condições de varejo durante 5 dias de exposição.

8. Cor da carne

Os resultados dos parâmetros de cor avaliados nos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados ou não com acetato de α -tocoferol são mostrados nas **Figuras 10, 11, 12, 13 e 14**.

O valor L* (luminosidade) (**Figura 10**) apresentou-se mais elevado nos cortes não suplementados do que nos suplementados nos três músculos sendo significativamente diferente para o LL entre o 2º e o 4º dia de exposição e para o SS no 4º e 5º dia. A oxidação ocorreu de forma heterogênea na carne começando a descoloração em áreas diferentes do bife. Foi notado durante as análises de cor que bifos com maiores áreas de descoloração

visíveis apresentavam valores de L^* mais elevados. Esta observação em conjunto com valores de L^* maiores nos controles, indica uma relação positiva do valor L^* com a oxidação. Em contraponto, há uma queda nos valores L^* durante a exposição da carne entre o 1º e o 5º dia, o que provavelmente se justifica pela desidratação da superfície do bife, superando os efeitos da oxidação, mas há um aumento nos valores de L^* nos dois primeiros dias de exposição para LL e ST e nos três primeiros dias para SS . Estas diferenças são significativas em sua maioria ($P<0,05$).

Liu et al. (1996) observaram que não houve influência de dose (0, 250, 500 e 2000 mg/cab/dia) ou duração (42 ou 126 dias) da suplementação de vitamina E para valores de L^* de carne bovina fresca durante exposição, para nenhum dos músculos (LL, SM-semi-membranosus e GM-gluteus medius) ou períodos de maturação (14, 28 e 56 dias para LL e 14 dias para SM e GM). A única exceção foi a duração da suplementação para SM, no qual L^* foi maior para 42 d (39,0) ($P<0,01$) do que para 126 d (37,6). O tempo de exposição afetou L^* , de forma que, entre 0 e 10 d de exposição, L^* declinou de 39,7 para 37,6 em LL e SM, e 41,2 para 38,9 em GM.

A maioria dos trabalhos enfocando a relação da cor da carne com suplementação de vitamina E não consideraram o valor L^* (O'Grady et al., 1998; Gatellier et al., 2001; Eikelenboom et al., 2000; Stubbs et al., 2002) ou não encontraram diferença significativa entre carne oriunda de animais suplementados e de não suplementados (Chan et al., 1996; Chan et al., 1998; Mitsumoto et al., 1998; Houben et al., 1998; Houben et al., 2000). Em uma comparação de vida de prateleira de carne originada de diferentes raças espanholas, estocadas sob atmosfera modificada, Insausti et al. (2001) observaram que L^* aumentava com o tempo de estocagem.

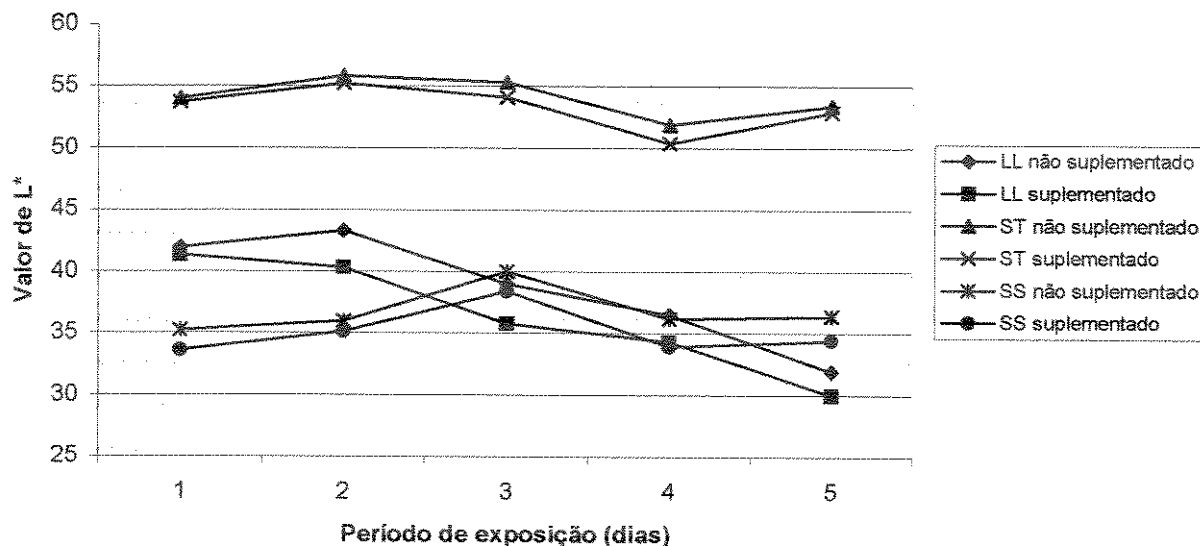


Figura 10 – Valores de L* para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

O valor b* (eixo amarelo/azul) (**Figura 11**) apresentou-se mais elevado em animais suplementados nos três músculos sendo diferente ($P<0,05$) para o LL no 2º e 3º dia de exposição, para ST no 1º e 3º dia e para o SS no 4º dia. Insausti et al.(2001) relacionaram valores de b* com deterioração do odor na carne crua, possivelmente influenciada pelas alterações bioquímicas que ocorrem na carne durante os primeiros 5 dias de estocagem sob atmosfera modificada.

A maioria dos trabalhos enfocando a relação da cor da carne com suplementação de vitamina E não consideraram o valor b* (O’Grady et al., 1998; Gatellier et al., 2001; Eikelenboom et al., 2000; Stubbs et al., 2002) ou não encontraram diferença significativa entre carne oriunda de animais suplementados e de não suplementados (Chan et al., 1996; Chan et al., 1998; Mitsumoto et al., 1998; Houben et al., 1998; Houben et al., 2000). Liu et al. (1996) observaram que a vitamina E na dieta causou declínio do componente amarelo ($P<0,05$) em LL, SM e GM durante exposição simulada no varejo.

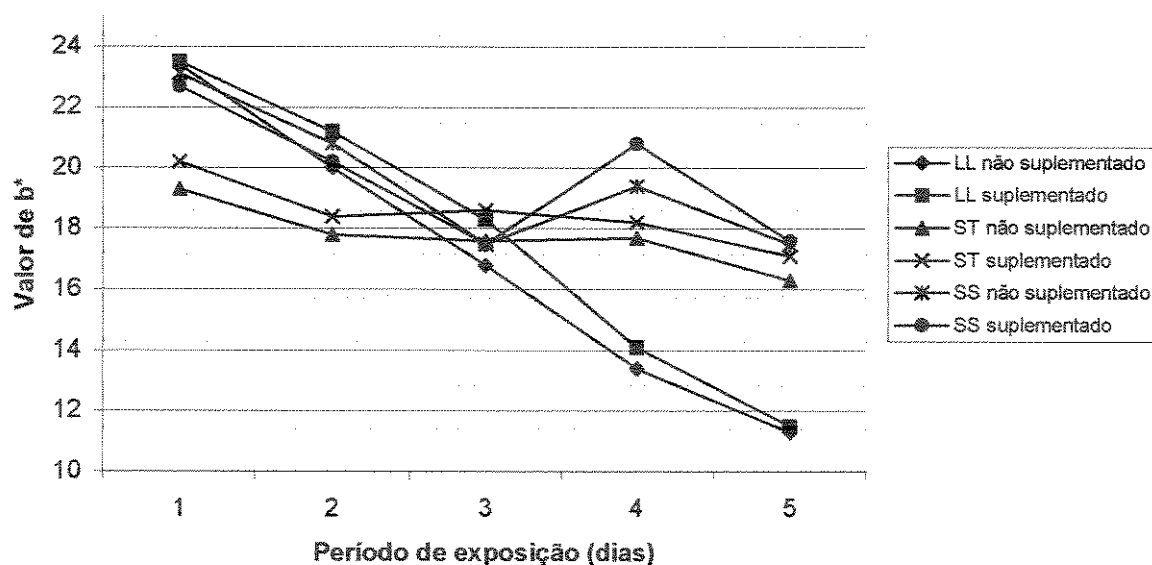


Figura 11 – Valores de b^* para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

O valor a^* (eixo vermelho/verde) (**Figura 12**) apresentou-se mais elevado em animais suplementados nos três músculos sendo significativamente diferente para o LL no 2º ao 5º dia de exposição, para ST no 2º e 3º dia e para o SS no 4º e 5º dia. Estes resultados confirmam trabalhos anteriores (Chan et al., 1996; Liu et al., 1996; Chan et al., 1998; O'Grady et al., 1998; Mitsumoto et al., 1998; Houben et al., 2000; Stubbs et al., 2002) que suplementaram os animais com 250 a 2000 mg/cab/dia. Gatellier et al. (2001) não encontraram diferença significativa entre suplementados e controles (LL e TB-triceps brachii), e encontraram que o valor médio de a^* nos 3 primeiros dias de exposição foi idêntico, indicando uma oxigenação incompleta do pigmento durante este tempo.

Estes dados foram previamente observados por inúmeros autores na literatura, particularmente em carne vermelha. Eikelenboom et al. (2000) não encontraram diferença significativa entre suplementados e controles (LT e PM), e encontraram que o valor médio de a^* , nos 2 primeiros dias de exposição para carne maturada e no 1º dia para carne fresca, foram menores para os músculos (PM) suplementados devido a uma oxigenação mais

baixa, cuja razão ainda não está clara. Faustman et al. (1989) reportaram maior estabilidade dos valores Hunter 'a' e Hunter 'C' para contra-filé em novilhos Holstein suplementados com vitamina E (370mg/dia) do que para controles, embora valores médios de 'L' e 'b' fossem maiores para novilhos suplementados.

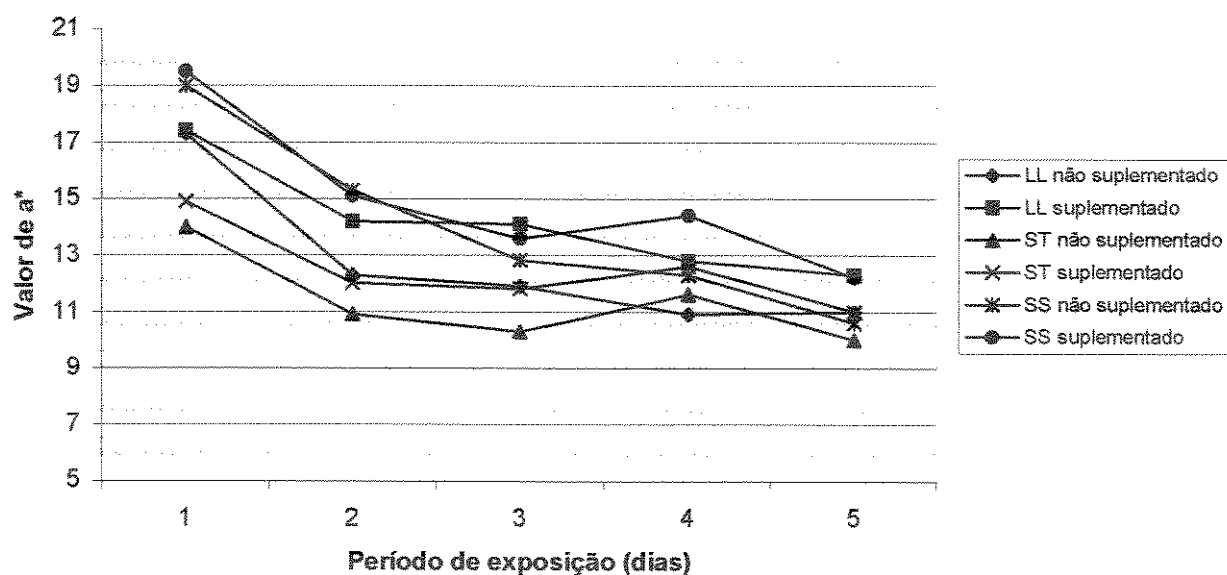


Figura 12 – Valores de a^* para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

O valor do índice de saturação (C^*) (**Figura 13**) apresentou-se mais elevado em animais suplementados nos três músculos sendo significativamente diferente para o LL no 2º ao 4º dia de exposição, para ST no 1º ao 3º e 5º dia, e para o SS apenas no 4º dia. O valor h (tonalidade) (**Figura 14**) apresentou-se menor em animais suplementados nos três músculos sendo significativamente diferente para o LL no 2º ao 5º dia de exposição e para o SS no 4º e 5º dia. LIU et al., (1996) observaram que a perda de saturação da cor (C^*) era menor em músculos (LL, SM e GM) suplementados com vitamina E, enquanto que o aumento dos valores ' h ' foi retardado. Chan et al. (1996) observaram que o decréscimo nos valores de a^* e o aumento nos valores de h foram maiores nos músculos PM, GM e LL que não receberam suplementação de vitamina E na dieta indicando uma melhor estabilidade da

cor nos músculos de animais suplementados. Chan et al. (1996) e Lanari et al. (1995) constataram que o ângulo hue (h) foi altamente correlacionado com a análise sensorial da descoloração da carne e pode ser uma medida objetiva mais apropriada do que o valor a^* . Chan et al. (1998) observaram que os valores 'h' foram menores em músculos (PM e LL) suplementados do que em controles.

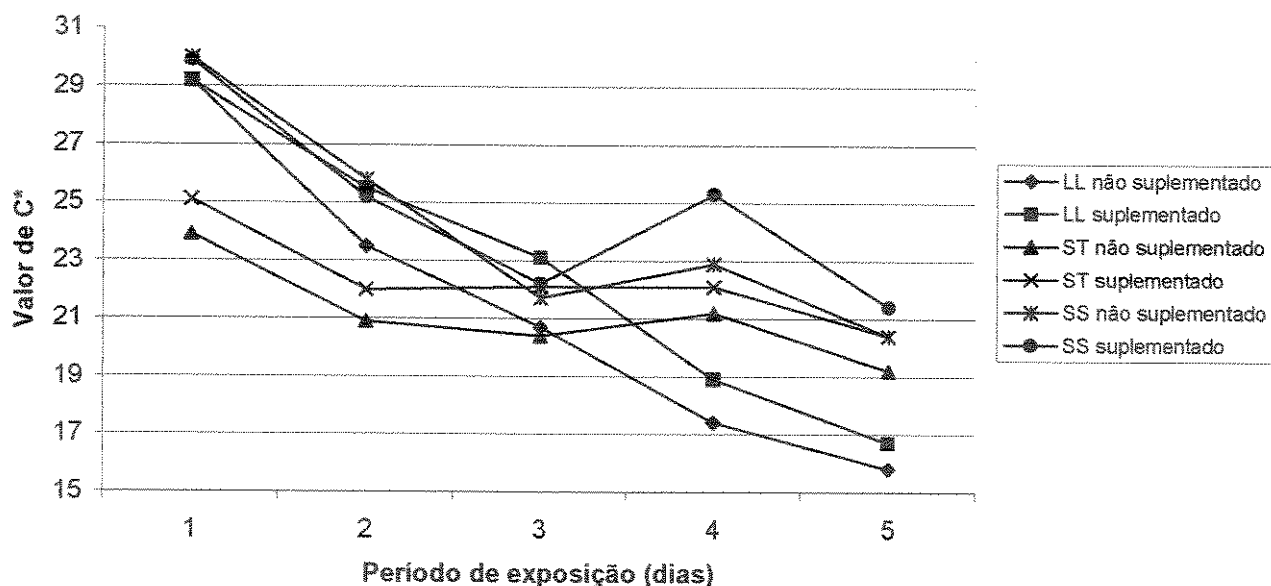


Figura 13 – Valores de C^* para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

Houve diferença significativa entre os músculos para o valor L^* , sendo $ST > LL > SS$, para o valor b^* , sendo LL levemente $> SS > ST$ e para o valor a^* , sendo $SS > LL > ST$. Mitsumoto et al. (1998) observaram que o músculo PM apresentava valores de a^* menores do que o músculo LT (12 e 17,2, respectivamente). Chan et al. (1998) observaram que PM apresentou valores de a^* menores e valores de h maiores do que LL, indicando que PM descoloriu mais rapidamente do que LL.

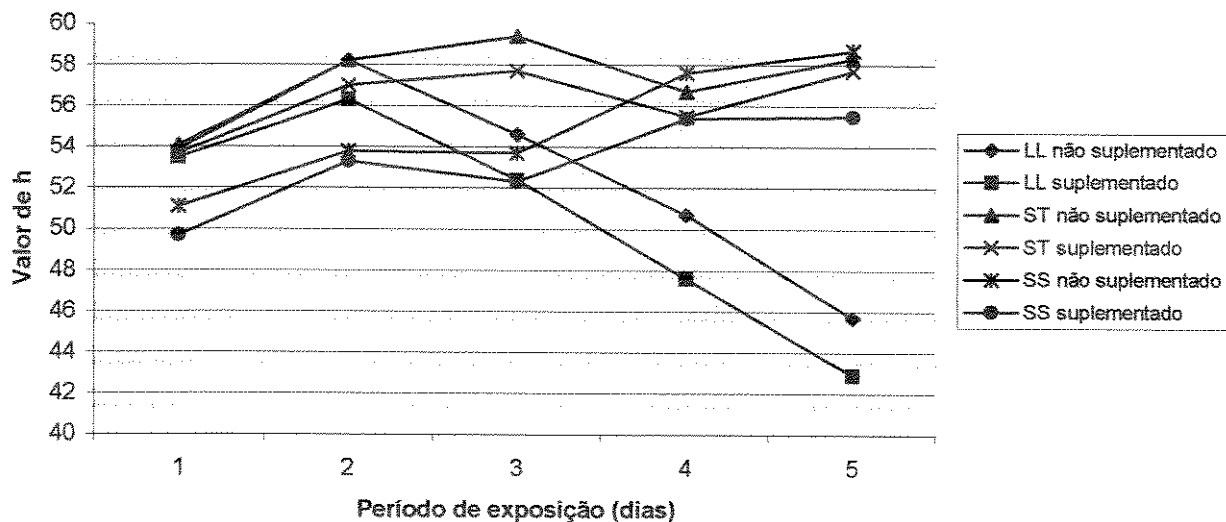


Figura 14 – Valores de h para músculos de novilhos da raça Nelore, suplementados ou não com vitamina E.

Observou-se que nos três primeiros dias de exposição havia uma relação entre os músculos para os valores de C* e 'h' ($SS \geq LL > ST$ e $SS < LL = ST$, respectivamente) que modificou-se nos dois dias subsequentes ($SS > ST > LL$ e $LL < SS = ST$, respectivamente). Isto deveu-se principalmente a maior queda relativa do valor b* em LL nos dois últimos dias de exposição. LL parece ser mais resistente a oxidação da mioglobina que os demais músculos. Em acordo com esses achados LIU et al. (1996) observaram que a vida de prateleira da cor da carne para músculos era na ordem $LL > SM > GM$, enquanto a concentração de alfa-tocoferol apresentou a ordem inversa. Renerre (1990) classificou LL como de alta e SS de baixa estabilidade de cor.

9. Warmed-Over Flavor

Não foi detectada nenhuma diferença ($P < 0,05$) entre a carne assada dos músculos SS, ST e LL, maturados e congelados, de novilhos da raça Nelore suplementados e os não suplementados com acetato de α -tocoferol, mas foram obtidos resultados muito interessantes em relação à produção de WOF em carne assada, e sua caracterização no

decorrer de 3 dias de conservação sob refrigeração. Sendo assim será discutido nesta sessão o comportamento sensorial das amostras de carne assada, dos 3 músculos analisados, durante os 3 períodos de conservação sob refrigeração.

9.1. Terminologia descritiva e referências utilizadas na avaliação sensorial

Os termos verbais desenvolvidos pelos provadores para descrever as similaridades e diferenças entre as amostras de carne assada são mostrados no **Quadro 2**. A Ficha de Avaliação Sensorial das amostras, elaborada a partir dos termos verbais definidos pela equipe sensorial está apresentada na **Figura 3**.

9.2. Seleção de provadores

O desempenho de cada provador pode ser avaliado através dos **Quadros 1a, 1b, 1c, 2a, 2b e 2c do Anexo 1**. Todos os provadores apresentaram boa capacidade de discriminação dos atributos avaliados, repetibilidade (**Quadros 1a, 1b e 1c do Anexo 1**) e consenso com a equipe na maioria dos atributos (**Quadros 2a, 2b e 2c do Anexo 1**). Os atributos aroma de carne cozida, aroma de charque, aroma de castanha do pará, sabor de carne cozida e sabor de charque que não foram bem discriminados pela equipe devido à falta de consenso entre os provadores foram eliminados da análise final. Observou-se poucos valores indesejáveis para discriminação das amostras e repetibilidade, sendo estes distribuídos pelos provadores, atributos e tipo de amostra de carne assada (LL, ST e SS). Observando-se a análise de variância, pode-se visualizar que o valor F da interação provador x amostra foi significativo ($P < 0,05$), mas não foi constatada gravidade quando analisada graficamente a relação amostra x intensidade do atributo julgado por cada provador. O F da amostra foi significativo ($P < 0,05$), o que indica que os provadores identificaram diferenças entre pelo menos duas das amostras testadas, e por fim, o F do provador também foi significativo, o que indica que os provadores utilizaram diferentes porções da escala para avaliar a intensidade dos atributos, o que não é raro e é difícil de ser evitado na análise sensorial.

9.3. Perfil Sensorial das Amostras

Os perfis sensoriais, de cada tipo de amostra de carne assada e de cada tratamento (1, 2 e 3 dias de refrigeração após o cozimento), estão expressos graficamente através dos **Figuras 15a, 15b, 15c, 16a, 16b, 16c, 17a, 17b, e 17c**. O centro das figuras representa o ponto zero da escala do atributo, e a intensidade aumenta do centro para a periferia da figura. A média de cada atributo é marcada no eixo correspondente e o Perfil Sensorial é traçado através da união dos pontos. Estes resultados são complementados pelas **Quadros 2a, 2b e 2c do Anexo 1**, que fornecem as médias obtidas pelas amostras em cada atributo e os resultados do Teste de Tukey.

A análise de gosto (**Figuras 15a, 16a e 17a**) baseou-se em 5 atributos: gosto doce, salgado, ácido, amargo e umami. Os resultados mostraram, claramente, que há um decréscimo na intensidade dos gostos doce e umami a medida que o período de refrigeração da amostra de carne assada aumentava. Fica claro, pelos resultados, que houve uma relação inversa dos gostos doce e umami comparando-se ao desenvolvimento de WOF. Já os gostos ácido e amargo aumentaram com o desenvolvimento de WOF. O gosto salgado parece não ter sofrido influência do processo, apesar de ter apresentado aumento significativo em LL e ST, talvez devido a uma desidratação, que por ventura tenha ocorrido.

Quanto aos atributos de sabor (**Figuras 15c, 16c e 17c**), o sabor carne assada teve maior importância na percepção dos provadores, que como os gostos doce e umami, decresceu durante o período de conservação sob refrigeração antes do reaquecimento. O sabor de óleo vegetal oxidado segue o mesmo comportamento dos gostos amargo e ácido, isto é, aumenta sua intensidade com o passar do tempo, o que confirma estudos anteriores. Byrne et al. (1999a, 1999b e 2001) mostraram a correlação negativa entre os atributos associados ao sabor típico da carne cozida e aqueles relacionados com o sabor estranho do WOF.

Para reforçar as observações feitas, o aroma segue a mesma tendência do sabor e do gosto. A análise do aroma (**Figuras 15a, 16a e 17a**) baseou-se em 8 atributos: aromas de carne assada, carne de frango, peixe, ovo cozido, noz, óleo vegetal oxidado, óleo de linhaça e papelão.

Figura 15a- Representação gráfica das médias dos atributos de aroma para warmed-over flavor de LL assado

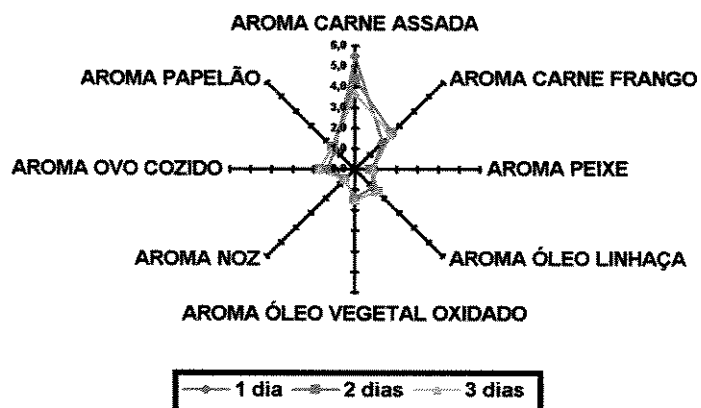


Figura 15b- Representação gráfica das médias dos atributos de gosto para warmed-over flavor de LL assado

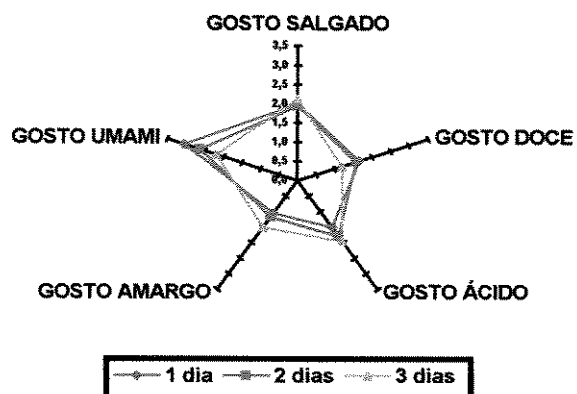


Figura 15c- Representação gráfica das médias dos atributos de sabor para warmed-over flavor de LL assado

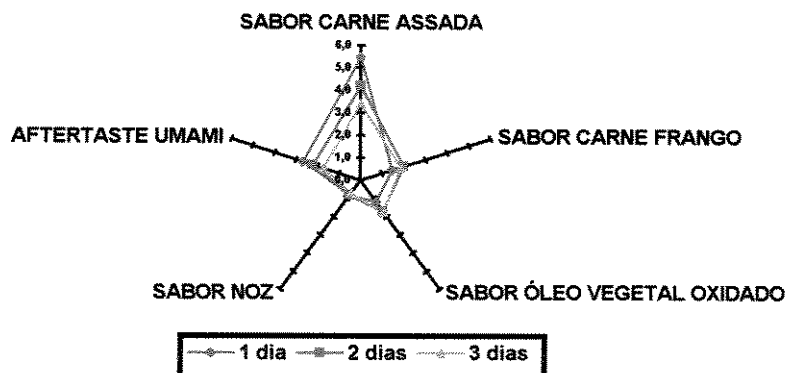


Figura 16a- Representação gráfica das médias dos atributos de aroma para warmed-over flavor de ST assado

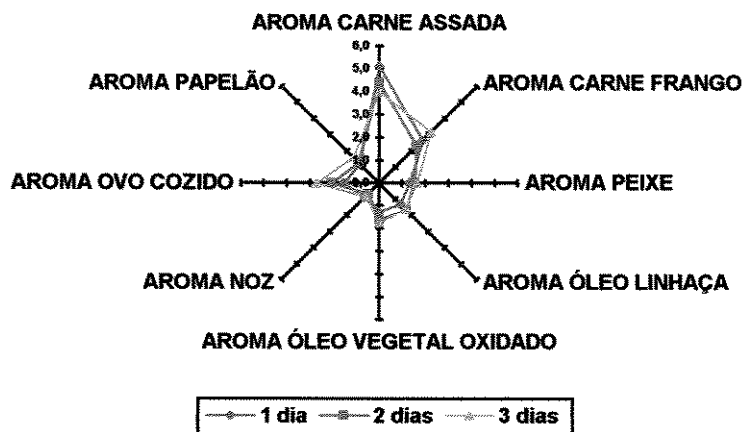


Figura 16b- Representação gráfica das médias dos atributos de gosto para warmed-over flavor de ST assado

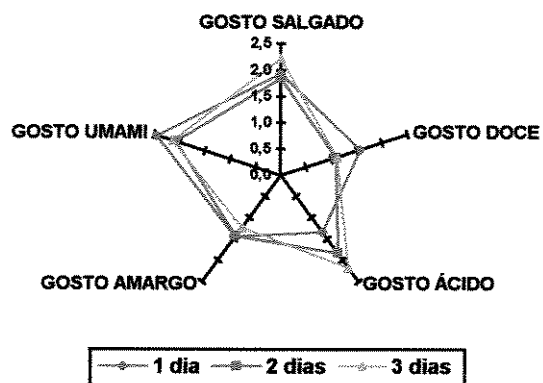


Figura 16c- Representação gráfica das médias dos atributos de sabor para warmed-over flavor de ST assado

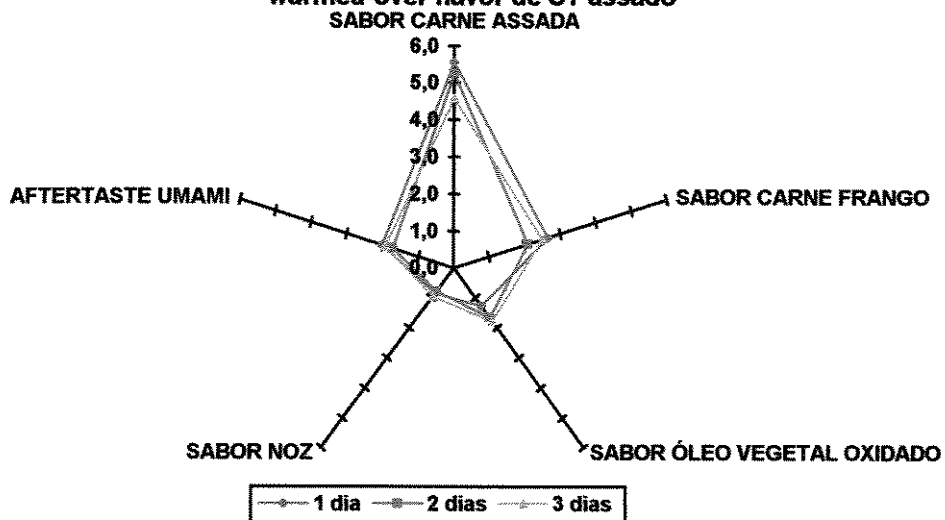


Figura 17a- Representação gráfica das médias dos atributos de aroma para warmed-over flavor de SS assado

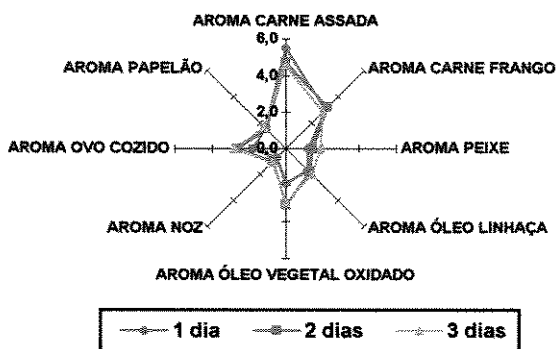


Figura 17b- Representação gráfica das médias dos atributos de gosto para warmed-over flavor de SS assado

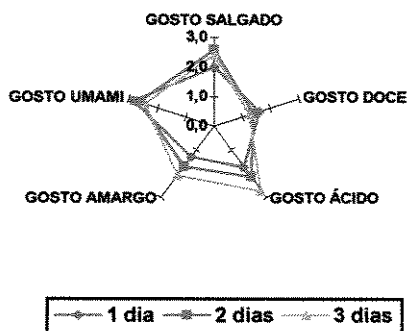
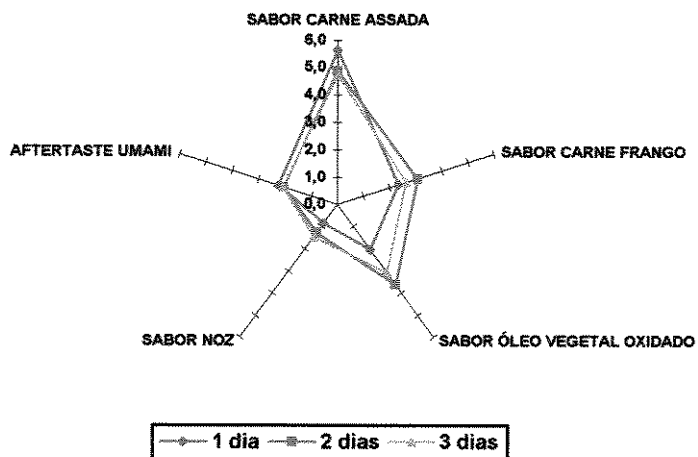


Figura 17c- Representação gráfica das médias dos atributos de sabor para warmed-over flavor de SS assado



Houve decréscimo do aroma de carne assada, enquanto os aromas de peixe, ovo cozido, óleo de linhaça e óleo vegetal oxidado aumentaram de intensidade com o decorrer do tempo de conservação. Os testes de ANOVA e Tukey confirmaram os dados discutidos acima. Liu et al (1987) concluíram que as concentrações de compostos heteroatômicos, possivelmente, sejam diminuídas no desenvolvimento do processo de WOF. Estes compostos, incluindo muitos produtos da reação de Maillard, parecem ser os principais constituintes dos sabores e aromas de carne, portanto, é razoável a diminuição de sabores e aromas típicos da carne assada durante o desenvolvimento do WOF. Como é possível, também, que as propriedades sensoriais destes compostos sejam mascaradas pela produção de outros compostos que contribuem para o sabor indesejável do WOF. O desenvolvimento de sabores indesejáveis pode resultar da produção de “componentes-chave” indesejáveis, os quais podem ser compostos heteroatômicos (Liu et al, 1987). Uma informação que pode corroborar esta linha de pensamento é que furanos e tiofenos contendo enxofre substituídos na segunda posição do anel aromático apresentando características de aroma “sulfuroso” ou “queimado” podem apresentar aroma de carne cozida quando a substituição do enxofre se processar na terceira posição do anel (Madruga, 1997).

Quando os dados coletados neste trabalho foram submetidos à Análise Multivariada de Componentes Principais (ACP), as similaridades e diferenças existentes entre as amostras foram reveladas de forma bastante marcante, evidenciando-se claramente as propriedades sensoriais de cada amostra (**Figuras 18a, 18b, 18c, 19a, 19b, 19c, 20a, 20b, e 20c**). Na ACP, amostras similares ocupam regiões próximas na figura e são caracterizadas pelos vetores (atributos) que se apresentam mais próximos a elas. Os resultados da ACP para os atributos de aroma (**Figuras 18a, 19a e 20a**), sabor (**Figuras 18c, 19c e 20c**) e gosto (**Figuras 18b, 19b e 20b**), confirmam os resultados baseados na interpretação dos dados apresentados nos **Figuras 15a, 15b, 15c, 16a, 16b, 16c, 17a, 17b, e 17c** e nas análises estatísticas de ANOVA e Tukey (**Quadros 2a, 2b e 2c do Anexo 1**).

Figura 18a - ACP - Aroma LL assado

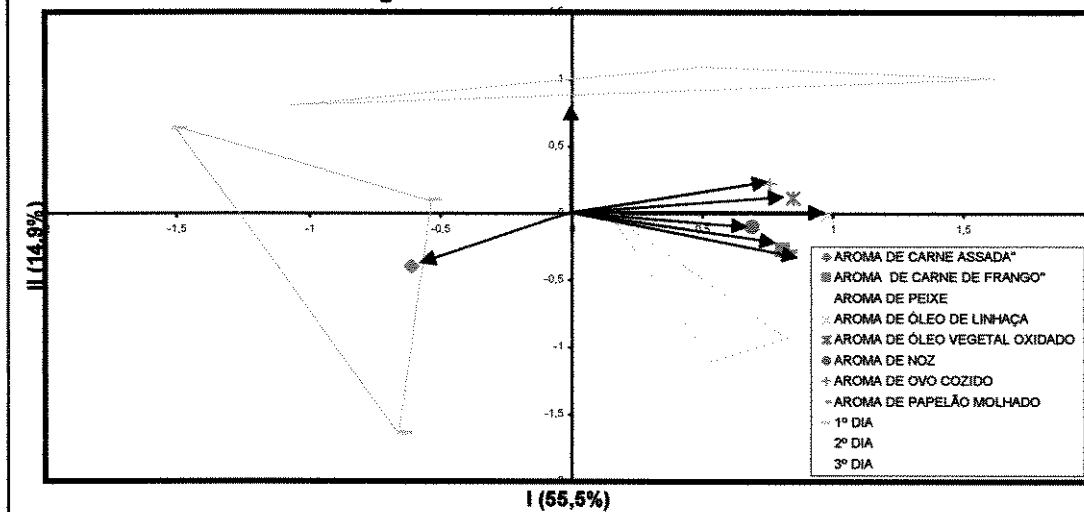


Figura 18b - ACP - Gosto LL assado

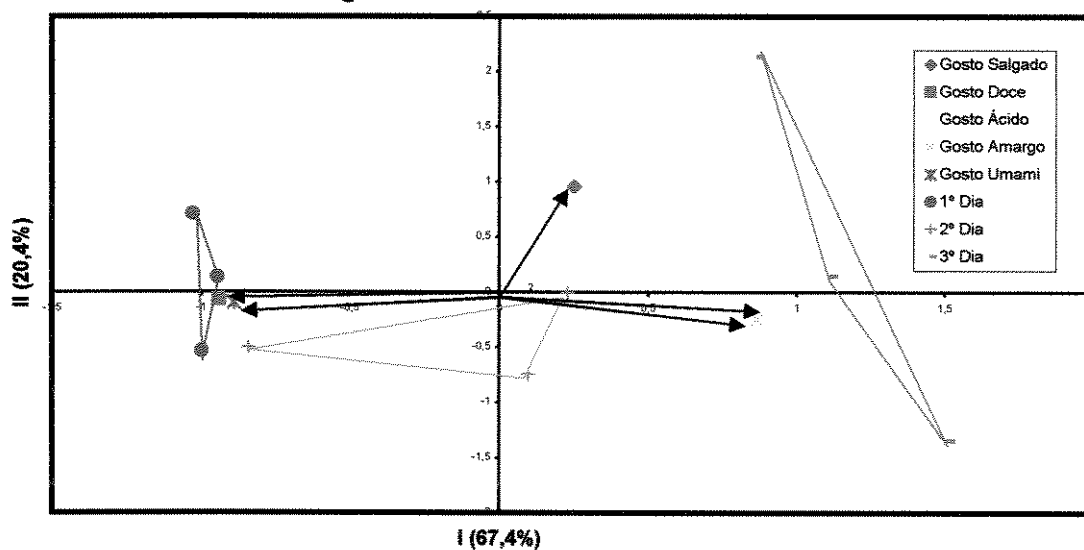


Figura 18c - ACP - Sabor LL assado

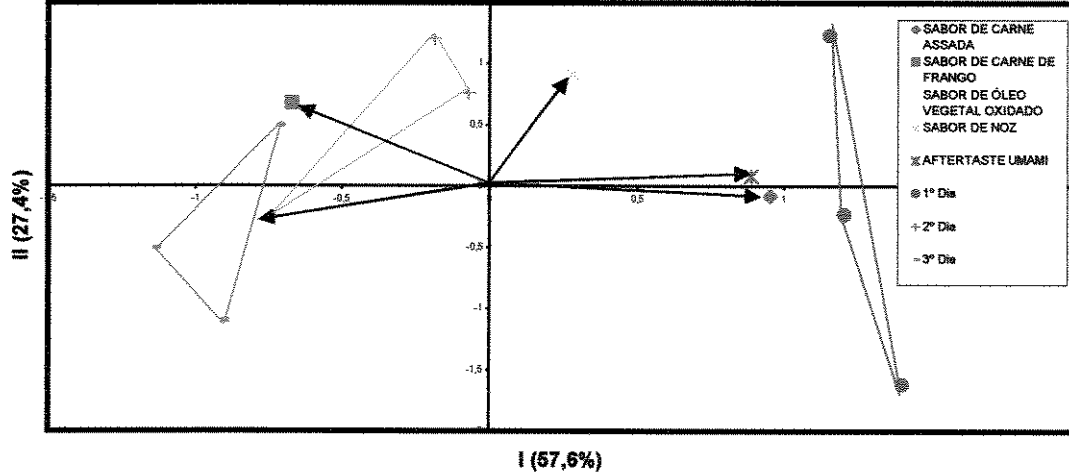


Figura 19a - ACP - Aroma ST assado

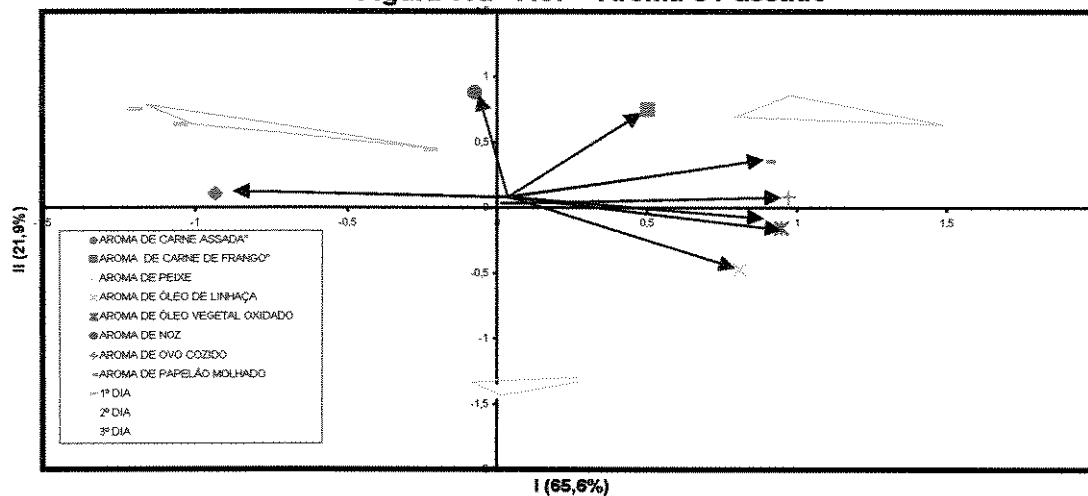


Figura 19b - ACP - Gosto ST assado

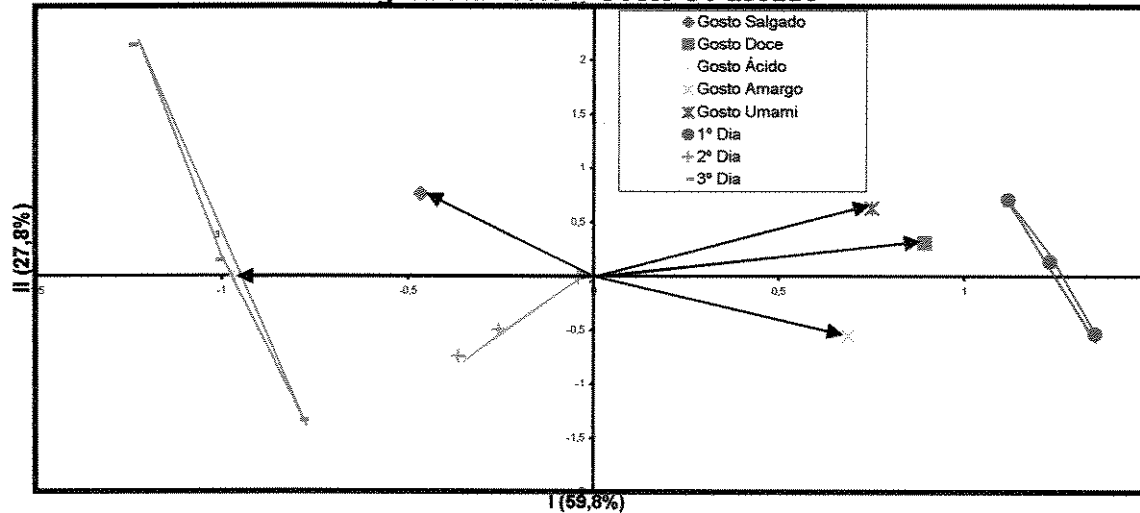


Figura 19c - ACP - Sabor ST assado

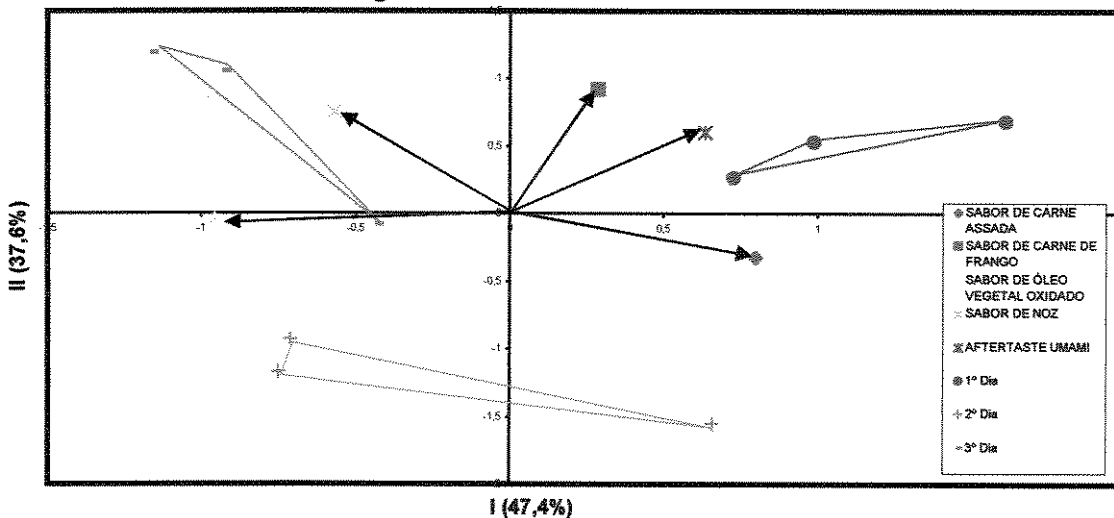


Figura 20a - ACP - Aroma SS assado

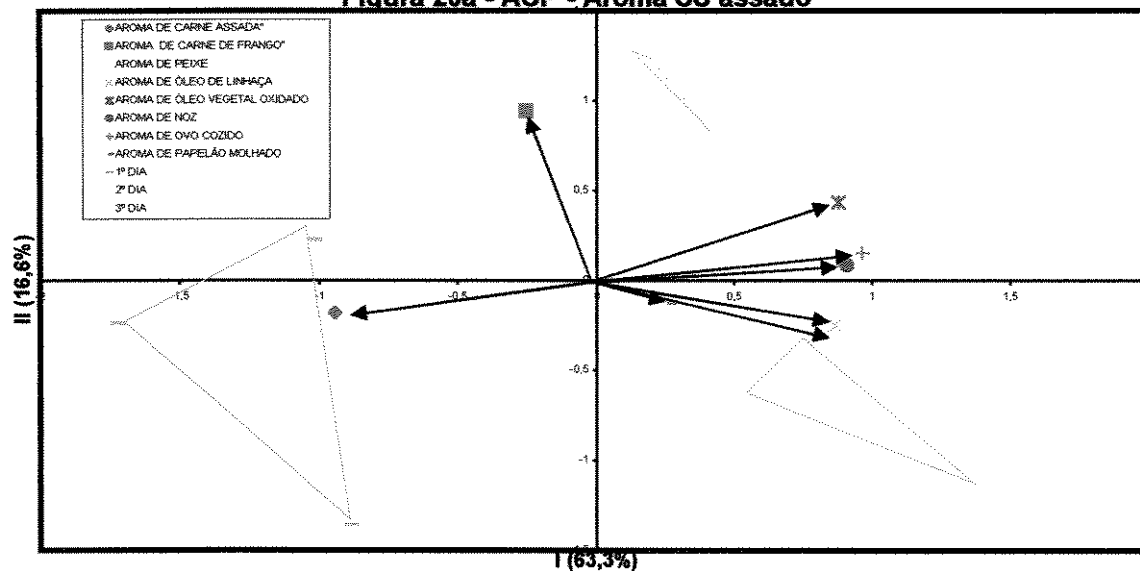


Figura 20b - ACP - Gosto SS assado

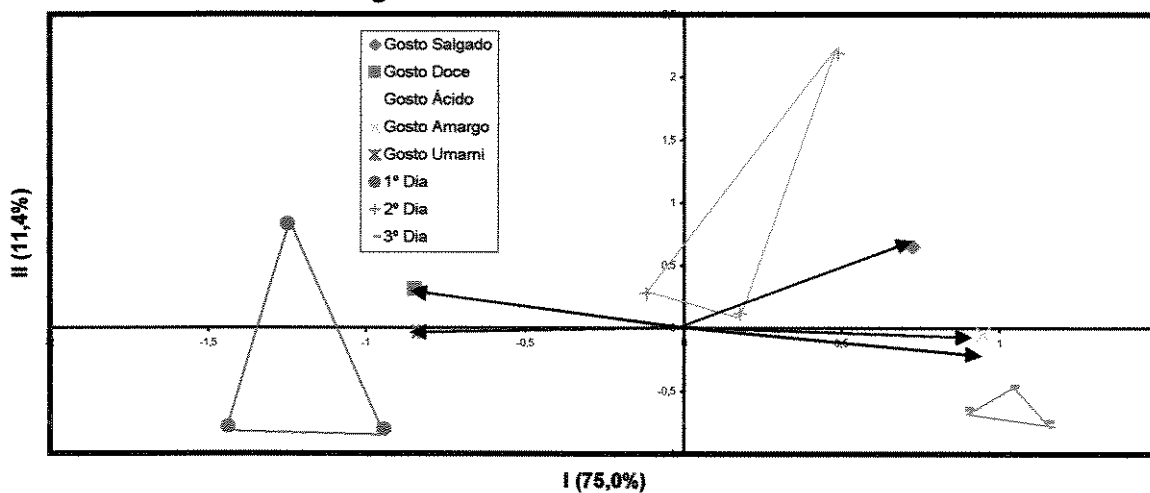
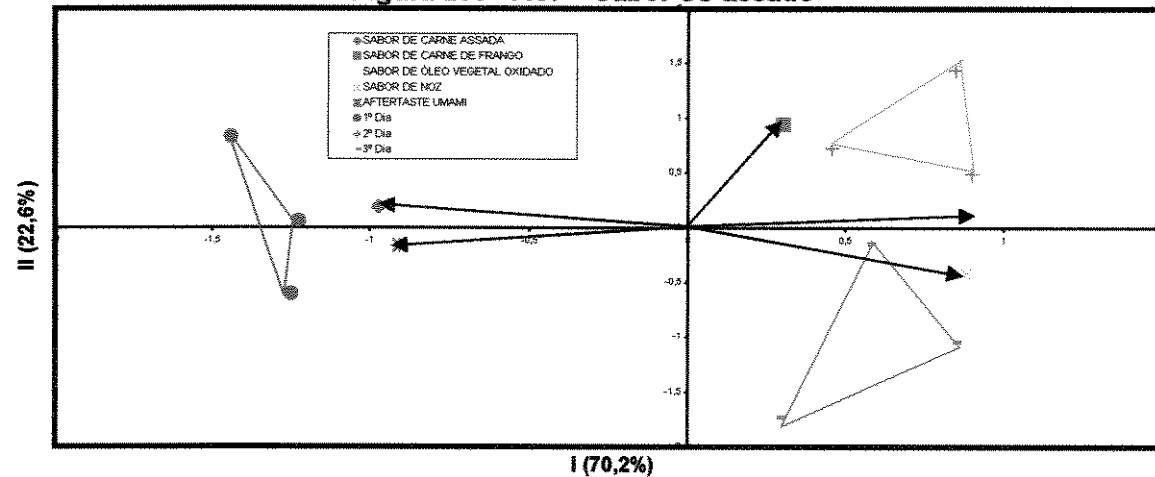


Figura 20c - ACP - Sabor SS assado



As figuras de ACP demonstraram diferenças marcantes entre os tratamentos, tanto para os 3 tipos de cortes quanto para os 3 grupos de atributos (aroma, sabor e gosto). Na figura ACP de aroma de LL assado (**Figura 18a**), pode-se claramente observar que a amostra de 1 dia foi caracterizada pelo vetor aroma de carne assada, enquanto a amostra de 3 dias teve como vetor principal o aroma de peixe. No ACP aroma de ST assado (**Figura 19a**), a amostra de 1 dia também é caracterizada pelo vetor aroma de carne assada, mas com alguma influência do vetor aroma de noz. Já a amostra de 3 dias tem grande influência dos vetores aroma de carne de frango, de papelão molhado e de ovo cozido. No ACP aroma de SS assado (**Figura 20a**) observa-se maior semelhança com o ACP de LL assado com caracterização da amostra de 1 dia pelo atributo aroma de carne assada, e da amostra de 3 dias caracterizada por aroma de peixe e de óleo de linhaça.

Nas figuras de ACP de gosto (**Figuras 18b, 19b e 20b**) observamos a caracterização da amostra de um dia por gosto doce e umami nos 3 cortes, mas no ST assado há também influência do gosto amargo. Com respeito a amostra de 3 dias a caracterização é feita principalmente pelo gosto ácido, sendo que o gosto amargo caracterizou também as amostras de LL e SS assados.

Nas figuras de ACP que caracterizaram atributos de sabor (**Figuras 18c, 19c e 20c**), observou-se as mesmas tendências constatadas para aroma e gosto, com caracterização das amostras de 1 dia com atributos típicos de carne assada (sabor de carne assada e 'after-taste' umami) e das amostras de 3 dias com atributos oxidativos (sabor de noz nos 3 cortes, sabor de carne de frango para LL assado e sabor de óleo vegetal oxidado para ST e SS assados). As amostras de 2 dias apresentaram características intermediárias na maioria das vezes, nos 3 grupos de atributos, com tendência a maior similaridade com as amostras de 3 dias.

10. Conteúdo de óxidos de colesterol em charque

Foi analisado o charque, produzido com ponta-de-agulha dos animais suplementados ou não com acetato de α -tocoferol, para presença de óxidos de colesterol (7-cetocolesterol e 25-hidroxicoolesterol). Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) na concentração de vitamina E no tecido muscular (0,058 e 0,068 $\mu\text{g/g}$, para suplementado e controle, respectivamente), como também, nas características avaliadas do produto, como

cor, composição (proteína, lipídeos totais, umidade, colesterol e ácidos graxos) e estabilidade lipídica (TBA). Estes dados foram apresentados e discutidos por Facco (2002).

Foi observada, no presente estudo, a presença de 7-cetocolesterol com conteúdo médio de 25,05 µg por grama de lipídeo e em torno de 2,0 µg por grama de charque. Torres et al. (1989) analisaram a oxidação do colesterol no charque e observaram a presença de 7β – hidroxi, 7 – ceto, 4β – hidroxi, triol e α - epóxido – colesterol em peças produzidas com sal refinado, sal grosso e sal refinado adicionado com BHA/BHT. O 7 – cetocolesterol foi observado nos níveis de 5,54, 5,12 e 0,88 ppb em charque produzido com sal refinado, sal grosso e sal refinado adicionado com BHA/BHT, respectivamente. Os valores de 7-cetocolesterol estão muito abaixo dos encontrados neste trabalho para charque e por Higley et al. (1986) em produtos cárneos processados.

Lercker & Rodrigues-Estrada (2000) observaram que em carne bovina e produtos cárneos havia um percentual mais alto de oxidação do colesterol (0,5%) quando comparados com outros alimentos analisados (0,2%). O'Neill et al. (1999) mostraram que o sal acelerou a oxidação de lipídeos e colesterol em carne salgada. A dieta com alfa-tocoferol reduziu a extensão da oxidação de lipídeos e colesterol nestas amostras.

Tabela 5 - Óxidos de colesterol em charque produzido a partir de carne de novilhos Nelore suplementados ou não com vitamina E^a

Óxidos de Colesterol (µg/g de lipídeo)	Suplementados		Não suplementados	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
7-Cetocolesterol	25,4	9,7	24,7	10,8
25-hidroxicolesterol	-	-	-	-

^a Cada valor representa a média de extrações em duplicata e injeções em duplicata. Os espaços em branco indicam quantidades não detectáveis.

O efeito da suplementação de alfa-tocoferol contra a oxidação do colesterol tem sido demonstrado na literatura em carnes bovina, suína e de aves (Galvin et al., 2000; Monahan et al., 1992; Zanardi et al., 1998; Grau et al., 2001; Engeseth & Gray, 1994). O 7-cetocolesterol é o produto da oxidação do colesterol (POC) encontrado em níveis mais elevados nestas carnes. Como os POCs podem ser absorvidos a partir de alimentos pelos seres humanos (Emanuel et al., 1991), o efeito da suplementação com alfa-tocoferol em animais de abate é tida, por alguns pesquisadores, como altamente benéfica, considerando-se que os POCs são implicados na indução de lesões ateroscleróticas (Özer et al., 2000; Selley et al., 1996; Lyons & Brown, 1999). No presente estudo, entretanto, não houve diferença ($P>0,05$) entre o charque produzido a partir de animais suplementados em relação aos não suplementados, mostrando ineficiência da suplementação de alfa-tocoferol, ao nível estudado, para prevenção de oxidação do colesterol neste produto.

CONCLUSÕES

A suplementação de vitamina E na dieta de bovinos foi eficiente para aumentar a concentração intramuscular do α -tocoferol, mesmo nesses animais que tinham histórico prévio de alimentação em pastagens. A estabilidade lipídica da carne foi melhorada significativamente nos animais suplementados. O músculo *Supraspinatus* (SS) apesar da maior concentração de α -tocoferol demonstrou menor estabilidade lipídica em relação aos músculos *Longissimus lumborum* (LL) e *Semitendinosus* (ST).

A suplementação com α -tocoferol retardou a oxidação da mioglobina, com menor decréscimo dos valores a^* (eixo vermelho/verde) e C^* (saturação da cor) e retardamento do aumento do valor 'h' (tonalidade da cor). O efeito da suplementação com α -tocoferol sobre a oxidação da mioglobina se manifestou após o primeiro dia de exposição. O valor L^* (luminosidade) parece ter uma relação positiva com a oxidação, principalmente nos músculos LL e SS. Há grande diferença entre os músculos SS, ST e LL quanto à estabilidade da cor, sendo que o músculo LL apresentou melhor estabilidade.

Não houve nenhum benefício ($P < 0,05$), perceptível ao grupo de provadores deste estudo, do nível de suplementação de α -tocoferol utilizado (1.000 mg/cab/dia durante 98 dias) para amenização ou retardamento dos sabores indesejáveis do “warmed-over flavor” (WOF) em carne assada. De 1 para 3 dias de conservação, à temperatura de refrigeração, houve um aumento de intensidade de WOF significativo na carne assada. Os atributos sensoriais típicos desejáveis da carne assada decresceram de intensidade no decorrer de 3 dias de conservação após o cozimento, enquanto os atributos oxidativos, desagradáveis ao paladar, tiveram sua intensidade aumentada. Um estudo com níveis de α -tocoferol mais elevados poderá ser bastante elucidativo quanto ao efeito da suplementação sobre WOF em carne assada.

Não houve nenhuma influência da suplementação com α -tocoferol, no nível utilizado, sobre o nível de óxidos de colesterol (7-cetocolesterol) no charque e sobre a composição de ácidos graxos dos músculos analisados.

O conteúdo de colesterol foi menor nos músculos de animais suplementados, sendo a diferença maior nos músculos com maior nível de α -tocoferol, com diferença ($P<0,05$) apenas para o músculo SS. Estes dados indicam que o α -tocoferol pode ter efeito no metabolismo do colesterol. Mais estudos são necessários para uma avaliação mais segura.

A suplementação com α -tocoferol teve influência positiva na perda de suco dos músculos ST e SS, com menor perda nos músculos de animais suplementados ($P<0,05$). O músculo LL não sofreu esta influência.

REFERÊNCIAS:

- ANUALPEC - ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. São Paulo, FNP Consultoria e Comércio, 2002.
- ARNOLD, R.N., ARP, S.C., SCHELLER, K.K., WILLIAMS, S.N., SCHAEFER, D.M. Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. **Journal of Food Science**, v. 71, p. 105-118, 1993a.
- ARNOLD, R.N., SCHELLER, K.K., ARP, S.C., WILLIAMS, S.N., SCHAEFER, D.M. Dietary α -Tocopheryl Acetate Enhances Beef Quality in Holstein and Beef Breed Steers. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 1, p. 28-33, 1993b.
- ASGHAR, A., GRAY, J.I., BOOREN, A.M., GOMAA, E.A., ABOUZIED, M.M., MILLER, E.R., BUCKLEY, J. Effects of Supranutritional Dietary Vitamin E Levels on Subcellular Deposition of α -Tocopherol in the Muscle and on Pork Quality. **J. Sci. Food Agric.**, v. 57, p. 31-41, 1991.
- BAGGIO, S.R., VICENTE, E., BRAGAGNOLO, N. Cholesterol oxides, cholesterol, total lipid, and fatty acid composition in turkey meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 21, p. 5981-5986, 2002.
- BAILEY, M.E.; LEE, S.Y.; DUPRY, H.P.; ST. ANGELO, A.J.; VERCELLOTTI, J.R. Heteroatomic compounds associated with beef flavor. In: **Warmed-over flavor of meat**. ST. ANGELO, A.J.; BAILEY, M.E. Academic Press, Inc., 1987. p. 237-266.
- BOHAC, C.E., RHEE, K.S. Influence of Animal Diet and Muscle Location on Cholesterol Content of Beef and Pork Muscles. **Meat Science**, v.23, p. 71-75, 1988.
- BORHER, J.R.Z. Prolongamento da vida-de-prateleira da carne bovina pelo tratamento pré-abate com destilado da desodorização do óleo de soja (DDOS). Tese de doutorado, FEA-UNICAMP, 2002.
- BORHER, J.R.Z., GONÇALVES, L.A.G., FELÍCIO, P.E. DE α e γ -tocopherol levels in Nelore steer blood plasma after a single oral treatment of soybean oil deodorizer distillate (SODD). **Meat Science**, V. 61, p. 301-306, 2002.
- BRAGAGNOLO, N. Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne. Tese de doutorado. FEA/UNICAMP, Campinas, SP, 1997.
- BRONDUM, J., BYRNE, D.V., BAK, L.S., BERTELSEN, G., ENGELSEN, S.B. Warmed-over flavor in porcine meat – a combined spectroscopic, sensory and chemometric study. **Meat Science**, v.54, p. 83-95, 2000.
- BUCKLEY, D.J., MORISSEY, P.A., GRAY, J.I. Influence of Dietary Vitamin E on the Oxidative Stability and Quality of Pig Meat. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. , p. 3122-3130, 1995.
- BYRNE, D.V., BAK, L.S., BREDIE, W.L.P., BERTELSEN, G., MARTENS, M. Development of a sensory vocabulary for warmed-over flavor: Part I. In porcine meat. **Journal of Sensory Studies**, v. 14, p. 47-65, 1999a.
- BYRNE, D.V., BREDIE, W.L.P., MARTENS, M. Development of a sensory vocabulary for warmed-over flavor: Part II. In chicken meat. **Journal of Sensory Studies**, v. 14, p. 67-78, 1999b.

- BYRNE, D.V., O'SULLIVAN, M.G., DIJKSTERHUIS, G.B., BREDIE, W.L.P., MARTENS, M. Sensory panel consistency during development of a vocabulary for warmed-over flavour. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 171-187, 2001.
- CANNON, J.E., MORGAN, J.B., SCHIMIDT, G.R., TATUM, J.D., SOFOS, J.N., SMITH, G.C., DELMORE, R.J., WILLIAMS, S.N. Growth and Fresh Meat Quality Characteristics of Pigs Supplemented with Vitamin E. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. , p. 98-105, 1996.
- CHAN, W.K.M., FAUSTMAN, C., VELASQUEZ-PEREIRA, J., McDOWELL, L.R., BATRA, T.R. Effects of α -Tocopherol on Metmyoglobin Formation and reduction in Beef from Cattle Fed Soybean or Cottonseed Meal Diets. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1421-1426, 1998.
- CHAN, W.K.M., HAKKARAINEN, K., FAUSTMAN, C., SCHAEFER, D.M., SCHELLER, K.K., LIU, Q. Dietary Vitamin E Effect on Color Stability and Sensory Assesment of Spoilage in Three Beef Muscles. **Meat Science**, v. 42, n.4, p. 387-399, 1996.
- DE SMET, S., WEBB, E.C., CLAEYS, E., UYTTERHAEGEN, L., DEMEYER, D.I. Effect of dietary energy and protein levels on fatty acid composition of intramuscular fat in double-muscled Belgian Blue bulls. **Meat Science**, v. 56, p. 73-79, 2000.
- DE VORE, V.R. TBA values and 7-ketocholesterol in refrigerated raw and cooked ground beef. **Journal of Animal Science**, v. 53, n. 4, p. 1058-1061, 1988.
- DEN HERTOOG-MEISKE, M.J., SMULDERS, F.J.M., HOUBEN, J.H AND EIKLENBOOM, G. The effect of dietary vitamin E supplementation on drip loss of bovine *longissimus lumborum*, *psoas major* and *semitendinosus* muscles. **Meat Science**, v. 45, p. 153-160, 1997.
- DUCKETT, S.K., WAGNER, D.G. Effect of cooking on the fatty acid composition of beef intramuscular lipid. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 11, p. 357-362, 1998.
- EICHHORN, J.M., WAKAYAMA, E.J., BLOMQUIST, G.J., BAILEY, C.M. Cholesterol content of muscle and adipose tissue from crossbred bulls and steers. **Meat Science**, v. 16, p. 71-78, 1986.
- EIKELNBOOM, G., HOVING-BOLINK, A.H., KLUITMAN, I., HOUBEN, J.H., KLONT, R.E. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef colour stability. **Meat Science**, v. 54, n. 1, p. 17-22, 2000.
- EMANUEL, H.A., HASSEL, C.A., ADDIS, P.B., BERGMANN, S.D., ZAVORAL, J.H. Plasma cholesterol oxidation products (oxysterols) in human subjects fed a meal rich in oxysterols. **Journal of Animal Science**, v. 56, n. 3, p. 843-847, 1991.
- ENGSETH, N.J., GRAY, J.I. Cholesterol in muscle tissue. **Meat Science**, v. 36, p. 309-320, 1994.
- ENSER, M., HALLET, K.G., HEWETT, B., FURSEY, G.A.J., WOOD, J.D., HARRINGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.
- ENSER, M., HALLET, K.G., HEWETT, B., FURSEY, G.A.J., WOOD, J.D. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. **Meat Science**, v. 42, n. 4, p. 443-456, 1996.

- ENSER, M., HALLET, K.G., HEWETT, B., FURSEY, G.A.J., WOOD, J.D., HARRINGTON, G. The polyunsaturated fatty acid composition of beef and lamb liver. **Meat Science**, v. 49, n. 3, p. 321-327, 1998.
- FACCO, E. P. Avaliação dos parâmetros de qualidade do charque. Dissertação de Mestrado, FEA-UNICAMP, 2002.
- FAUSTMAN, C., CASSENS, R. G., SCHAEFER, D. M., BUEGE, D.R., WILLIAMS, S.N., SCHELLER, K. K. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. **J. Food Sci.**, V. 54, P. 858-862, 1989.
- FAUSTMAN, C., CHAN, W.K.M., SCHAEFER, D.M., HAVENS, A. Beef Color Update: The Role for Vitamin E. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1019-1026, 1998.
- FAUSTMAN, C., LIEBLER, D.C., BURR, J.A. α -Tocopherol oxidation in beef and in bovine muscle microsomes. **Journal of Agric. Food Chem.**, v. 47, p. 1396-1399, 1999.
- FOLCH, J., LEE, M., SLOANE-STANLEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-590, 1957.
- FRENCH, P., RIORDAN, E.G., MONAHAN, F.J., CAFFREY, P.J., MOLONEY, A.P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, v. 1, ARTICLE IN PRESS, 2003.
- GALVIN, K., LYNCH, A.M., KERRY, J.P., MORRISSEY, P.A., BUCKLEY, D.J. Effect of dietary vitamin E supplementation on cholesterol oxidation in vacuum packaged cooked beef steaks. **Meat Science**, v. 55, p. 7-11, 2000.
- GRAU, A., CODONY, R., GRIMPA, S., BAUCCELLS, M.D., GUARDIOLA, F. Cholesterol oxidation in frozen dark chicken meat: influence of dietary fat source, and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. **Meat Science**, v. 57, p. 197-208, 2001.
- GRAY, J.I. Warmed-over flavor in meat. National Live Stock and Meat Board, 1988, 29 p.
- GATELIER, P., HAMELIN, C., DURAND, Y. RENERRE, M. Effect of a dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air- and modified atmosphere-packaged beef. **Meat Science**, v. 59, p. 133-140, 2001.
- HAGLUND, O., WALLIN, R., WRETTLING, S., HULTBERG, B., SALDEEN, T. Effects of fish oil alone and combined with long chain (n-6) fatty acids on some coronary risk factors in male subjects. **J. Nutr. Biochem.**, v. 9, p. 629-635, 1998.
- HEW. Monthly vital statistics report. Provisional statistics: Annual summary of the United States. Pub. No. (PHS) 79-1120. Dept. of Health, Educ. and Welfare, Washington, DC, 1978. In: PEARSON et al., 1983.
- HIGLEY, N.A., TAYLOR, S.L., HERIAN, A.M., LEE, K. Cholesterol oxides in processed meats. **Meat Science**, V. 16, p. 175-188, 1986.
- HOUBEN, J.H., VAN DIJK, A. Effects of dietary vitamin E supplementation and packaging on the colour stability of sliced pasteurized beef ham. **Meat Science**, v. 58, p. 403-407, 2001.
- HOUBEN, J.H., VAN DIJK, A., EIKENLENBOOM, G., HOVING-BOLINK, A.H. Effects of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, v. 55, p. 331-336, 2001.
- HOUBEN, J.H., EIKENLENBOOM, G., HOVING-BOLINK, A.H. Effect of the Dietary Supplementation with Vitamin E on Colour Stability and Lipid Oxidation in Packaged, Minced Pork. **Meat Science**, v. 48, n. 3/4, p. 265-273, 1998.

- HOVING-BOLINK, A.H., EIKENLENBOOM, G., VAN DIEPEN, J.T.M., JONGBLOED, A.W., HOUBEN, J.H. Effect of Dietary Vitamin E Supplementation on Pork Quality. **Meat Science**, v. 49, n. 2, p. 205-212, 1998.
- HUANG, W.H.; GREENE, B.E. Effect of cooking method on TBA values of stored beef. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 1201, 1978.
- INSAUSTI, K., BERIAIN, M.J., PURROY, A., ALBERTI, P., GORRAIZ, C., ALZUETA, M.J. Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. **Meat Science**, v. 57, p. 273-281, 2001.
- JENSEN, C., FLENSTED-JENSEN, M., SKIBSTED, L.H., BERTELSEN, G. Effects of Dietary Rape Seed Oil, Copper (II) Sulphate and Vitamin E on Drip Loss, Colour and Lipid Oxidation of Chilled Pork Packed in Atmosphere Air or in a High Oxygen Atmosphere. **Meat Science**, v. 50, n. 2, p. 211-221, 1998.
- JENSEN, C., GUIDERA, J., SKOVGAARD, I.M., STAUN, H., SKIBSTED, L.H., JENSEN, S.K., MOLLER, A.J., BUCKLEY, J., BERTELSEN, G. Effects of Dietary α -Tocopheryl Acetate Supplementation on α -Tocopherol Deposition in Porcine *m. psoas major* and *m. longissimus dorsi* and on Drip Loss, Colour Stability and Oxidative Stability of Pork Meat. **Meat Science**, v. 45, n. 4, p. 491-500, 1997.
- JENSEN, C., LAURIDSEN, C., BERTELSEN, G. Dietary Vitamin E: Quality and Storage Stability of Pork and Poultry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, p. 62-72, 1998.
- KATSANIDIS, E., ADDIS, P.B. Novel HPLC analysis of tocopherols, tocotrienols, and cholesterol in tissue. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 27, n.11/12, p. 1137-1140, 1999.
- LANARI, M.C., CASSENS, R.G., SCHAEFER, D.M., SCHELLER, K.K. Dietary vitamin E enhances color and display life of frozen beef from Holstein steers. **Journal of Food Science**, v. 58, n. , p. 701, 1993.
- LANARI, M.C., CASSENS, R.G., SCHAEFER, D.M., SCHELLER, K.K. Effect of dietary vitamin E on pigment and lipid stability of frozen beef: A kinetic analysis. **Meat Science**, v. 38, n. 1, p. 3, 1994.
- LANARI, M. C., SCHAEFER, D. M., CASSENS, R. G., SCHELLER, K. K. Atmosphere and blooming time affect color and lipid stability of frozen beef from steers supplemented with vitamin E. **Meat Science**, v. 40, p. 33-38, 1995.
- LERCKER, G., RODRIGUEZ-ESTRADA, M. T. Cholesterol oxidation: presence of 7-ketocholesterol in different food products. **Journal of food composition and analysis**, v. 13, p. 625-631, 2000.
- LEVY, R.I. Statement before Subcommittee on Investigations and Oversight, Committee on Science and Technology, U.S. House of Representatives, Washington, DC, 1981. In PEARSON et al., 1983.
- LILLARD, D.A. Oxidative deterioration in meat, poultry, and fish. In: **Warmed-over flavor of meat**. ST. ANGELO, A.J.; BAILEY, M.E. Academic Press, Inc., 1987. p. 41-67.
- LINCH, M.P., KERRY, J.P., BUCKLEY, D.J., FAUSTMAN, C., MORRISSEY, P.A. Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. **Meat Science**, v. 52, n. 1, p. 95-99, 1999.

- LIU, R.H.; LEGENDRE, M.G.; KUAN, J.W.; ST. ANGELO, A.J.; VERCELLOTTI, J.R. Heteroatomic compounds associated with beef flavor. In: **Warmed-over flavor of meat**. ST. ANGELO, A.J.; BAILEY, M.E. Academic Press, Inc., 1987. p. 193-236.
- LIU, Q., LANARI, M.C., SCHAEFER, D.M. A Review of Dietary Vitamin E Supplementation for Improvement of Beef Quality. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. , p. 3131-3140, 1995.
- LIU, Q., SCHELLER, K.K., ARP, S.C., SCHAEFER, D.M., FRIGG, M. Color Coordinates for Assessment of Dietary Vitamin E Effects on Beef Color Stability. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. , p. 106-116, 1996a.
- LIU, Q., SCHELLER, K.K., ARP, S.C., SCHAEFER, D.M., WILLIAMS, S.N. Titration of Fresh Meat Color Stability and Malonaldehyde Development with Holstein Steers Fed Vitamin E-Supplemented Diets. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. , p. 117-126, 1996b.
- LYONS, M.A., BROWN, A.J. 7-Ketocholesterol. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 31, p. 369-375, 1999.
- MADRUGA, M.S. Formação do aroma cárneo. **Bol. SBCTA**, v. 31, n. 1, p. 33-41, 1997.
- MAIA, E.L. Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de peixes de água doce. Campinas. 1992. (Tese de doutorado – Universidade Estadual de Campinas).
- MEILGAARD, G.K.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.I. **Sensory evaluation techniques**. Florida: CRC Press, 1987. 281p.
- MELTON, S.L.; DAVIDSON, P.M.; MOUNT, J.R. Sensory analysis of undesirable flavors in meat. In: **Warmed-over flavor of meat**. ST. ANGELO, A.J.; BAILEY, M.E. Academic Press, Inc., 1987. p. 141-164.
- METCALFE, L.D., SCHMITZ, A.A., PELKA, J.R. Rapid preparation of fatty esters from lipids for gas chromatographic analysis. **Analytical Chemistry**, v. 38, n. 3, p. 514-515, 1966.
- MITSUMOTO, M., ARNOLD, R.N., SCHAEFER, D.M., CASSENS, R.G. Dietary Versus Postmortem Supplementation of Vitamin E on Pigment and Lipid Stability in Ground Beef. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. , p. 1812-1816, 1993.
- MITSUMOTO, M., ARNOLD, R.N., SCHAEFER, D.M., CASSENS, R.G. Dietary Vitamin E Supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh beef longissimus during display. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. , p. 2289-2294, 1995.
- MITSUMOTO, M., OZAWA, S., MITSUHASHI, T., KOIDE, K. Effects of Dietary Vitamin E Supplementation for One Week Before Slaughter on Drip, Colour and Lipid Stability During Display in Japanese Black Steer Beef. **Meat Science**, v. 49, n. 2, p. 165-174, 1998.
- MONAHAN, F.J., GRAY, J.I., BOREN, A.M., MILLER, E.R., BUCKLEY, P.A., GOMAA, E.A. Influence of dietary treatment on lipid and cholesterol oxidation in pork. **J. Agric. Food Chem.**, v. 40, p. 1310, 1992.
- MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods: marketing and R & D approaches**. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605p.
- NEVES, M. A. Efeito da suplementação de vitamina E na ração sobre a estabilidade da cor em apressado de sobrecoxas de peru. Dissertação de mestrado, FEA-UNICAMP, 2001.

- O'GRADY, M.N., MONAHAN, F.J., BAILEY, J., ALLEN, P., BUCKLEY, D.J., KEANE, M.G. Colour-Stabilising Effect of Muscle Vitamin E in Minced Beef Stored in High Oxygen Packs. **Meat Science**, v. 50, n. 1, p. 73-80, 1998.
- O'NEILL, L.M., GALVIN, K., MORRISSEY, P.A., BUCKLEY, D.J. Effect of carnosine, salt and dietary vitamin E on the oxidative stability of chicken meat. **Meat Science**, v. 52, p. 89-94, 1999.
- ÖZER, N.K., AZZI, A. Effect of vitamin E on the development of atherosclerosis. **Toxicology**, v. 148, p. 179-185, 2000.
- PARK, S.W., ADDIS, P.B. Cholesterol Oxidation Products in Some Muscle Foods. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 6 p. 1500-1503, 1987.
- PARK, S.W., ADDIS, P.B. HPLC Determination of C-7 Oxidized Cholesterol Derivatives in Foods. **Journal of Food Science**, v. 50, n., p. 1437-1441, 1444, 1985.
- PEARSON, A.M., GRAY, J.I., WOLZAK, A.M., HORENSTEIN, N.A. Safety Implications of Oxidized Lipids in Muscle Foods. **Food Technology**, p. 121-129, 1983.
- PENAZZI, G., CABONI, M.F., ZUNIN, P., EVANGELISTI, F., TISCORNIA, E., TOSCHI, T.G., LERCKER, G. Routine high-performance liquid chromatographic determination of free 7-ketocholesterol in some foods by two different analytical methods. **JAOCs**, v. 72, n. 12, p. 1523-1527, 1995.
- PEREIRA, A.S.C. Qualidade da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E. Dissertação de mestrado, FZEA-USP, 2002.
- PICCHI, V., CIA, G. Fabricação do charque. **Boletim do Centro de Tecnologia de Carnes**, v. 5, p. 11-30, 1980.
- PORTER, T. D. Supernatant protein factor and tocopherol-associated protein: an unexpected link between cholesterol synthesis and vitamin E. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 14, n. 1, p. 3-6, 2003.
- RAHARJO, S., SOFOS, J.N., SCHMIDT, G.R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction improves thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agric. Food Chemistry**, v. 40, p. 2182-2185, 1992.
- RENERRE, M. Review: Factors involved in the discoloration of beef meat. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 25, p. 613-630, 1990.
- RHEE, K.S. Natural antioxidants for meat products. In: **Warmed-over flavor of meat**. ST. ANGELO, A.J.; BAILEY, M.E. Academic Press, Inc., 1987. p. 267-289.
- SAHASRABUDHE, M.R., STEWART, L. Total lipid and cholesterol in selected retail cuts of canadian beef. **Can. Inst. Food Sci. Technol. J.**, v. 22, n. 1, p. 83-85, 1989.
- SALES, J., MARAIS, D., KRUGER, M. Fat content, caloric value, cholesterol content, and fatty acid composition of raw and cooked ostrich meat. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 9, p. 85-89, 1996.
- SANDERS, S.K., MORGAN, J.B., WULF, D.M., TATUM, J.D., WILLIAMS, S.N., SMITH, G.C. Vitamin E Supplementation of Cattle and Shelf-Life of Beef for the Japanese Market. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. , p. 2634-2640, 1997.
- SAS (1985). SAS User's Guide: Statistics (Version 5 Ed.). SAS Inst. Cary, NC.
- SATO, K.; HEGARTY, G.R. Warmed-over flavor in cooked meats. **Journal of Food Science**, v. 36, p. 1098, 1971.
- SCHWARZ, F.J., AUGUSTINI, C., TIMM, M., KIRCHGEßNER, M., STEINHART, H. Effect of vitamin E on α -tocopherol concentration in different tissues and oxidative stability of bull beef. **Livestock Production Science**, v. 56, p. 165-171, 1998.

- SELLEY, M.L., MCGUINNESS, J.A., ARDLIE, N. The effect of cholesterol oxidation products on human platelet aggregation. **Thrombosis Research**, v. 83, n. 6, p. 449-461, 1996.
- SHAMBERGER, R.J., SHAMBERGER, B.A., WILLIS, C.E. Malonaldehyde content of food. **J. Nutr.**, v. 107, p. 1404, 1977.
- SHEEHY, P.J.A., MORRISSEY, P.A., FLYNN, A. Influence of heated vegetable oils and α -tocopheryl acetate supplementation on α -tocopherol, fatty acids and lipid peroxidation in chicken muscle. **British Poultry Science**, v. 34, p. 367-381, 1993.
- SHEEHY, P.J.A., MORRISSEY, P.A., FLYNN, A. Consumption of thermally-oxidized sunflower oil by chicks reduces α -tocopherol status and increases susceptibility of tissues to lipid oxidation. **British Journal of Nutrition**, v. 71, p. 53-65, 1994.
- SILVA, A.J.I. Composição lipídica e quantificação dos ácidos graxos polinsaturados EPA (20:5 n-3) e DHA (22:6 n-3) de peixes de água doce. Campinas. 2000. (Tese de doutorado – Universidade Estadual de Campinas).
- SIU, G.M., DRAPER, H.H. A survey of malonaldehyde content of retail meats and fish. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 1147, 1978.
- SMITH, L.L., VAN LIER, J.E. Sterol metabolism. Part 9. 26-Hidroxycholesterol levels in the human aorta. **Atherosclerosis**, v. 12, p. 1, 1970, in PEARSON, A.M., GRAY, J.I., WOLZAK, A.M., HORENSTEIN, N.A. Safety Implications of Oxidized Lipids in Muscle Foods. **Food Technology**, p. 121-129, 1983.
- STRANSKY, K., JURSIK, T., VITEK, A. A standard equivalent chain length values of monoenoic and polyenoic (methylene interrupted) fatty acids. **J. High Resol. Chromatog.**, v. 20, p. 143-158, 1997.
- STONE, H.J. & SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. Academic Press, London. 1985. Cap.6, p. 202 – 226.
- STUBBS, R.L., MORGAN, J.B., RAY, F.K., DOLEZAL, H.G. Effect of supplemental vitamin E on the color and case-life of top loin steaks and ground chuck patties in modified atmosphere case-ready retail packaging systems. **Meat Science**, v. 61, p. 1-5, 2002.
- SULLI, K. C., SUN, J., GIRAUD, D. W., MOXLEY, R. A., DRISKELL, J. A. Effects of β -carotene and α -tocopherol on the levels of tissue cholesterol and triglyceride in hypercholesterolemic rabbits. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 9, n. 6, p. 344-350, 1998.
- TARLADGIS, B.G., WATTS, B.M., YOUNATHAN, M.T. A Distillation Method for the Quantitative Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 37, p. 44-48, 1960.
- TAYLOR, C.B., PENG, S.K., WERTHESEN, N.T., THAM, P., LEE, K.T. Spontaneously occurring angiotoxic derivatives of cholesterol. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 32, p. 40-45, 1979.
- THOMPSON, R.H. A simplified fatty acid analyses in multicomponent foods with a standard set of isothermal GLC conditions coupled with ECL determinations. **J. Chromatog. Sci.**, v. 34, p. 495-504, 1996.
- TIMS, M.J.; WATTS, B.M. Protection of cooked meats with phosphates. **Food Technology**, v. 12, p. 240-243, 1958.
- TORRES, E., PEARSON, A.M., GRAY, J.I., KU, P.K., SHIMOKOMAKI, M. Lipid oxidation in charqui (salted and dried beef). **Food Chemistry**, v. 32, p. 255-268, 1989.

- VISENTAINER, J.V. Composição de ácidos graxos e quantificação dos ácidos graxos LNA, EPA e DHA no tecido muscular de tilápias (*Oreochromis niloticus*), submetidas a diferentes tratamentos com óleo de linhaça. Campinas. 2003. (Tese de doutorado – Universidade Estadual de Campinas).
- WINSTON, M. Diet and coronary heart disease. **Contemp. Nutr.**, v. 6, n. 9, p. 1-7, 1981.
- YANG, A., LANARI, M.C., BREWSTER, M.J., TUME, R.K. Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. **Meat Science**, v. 60, p. 41-50, 2002.
- ZANARDI, E., NOVELLI, E., NANNI, N., GHIRETTI, G.P., DELBONO, G., CAMPANINI, G., DAZZI, G., MADARENA, G., CHIZZOLINI, R. Oxidative Stability and Dietary Treatment with Vitamin E, Oleic Acid and Copper of Fresh and Cooked Pork Chops. **Meat Science**, v. 49, n. 3, p. 309-320, 1998.
- ZANARDI, E., NOVELLI, E., GHIRETTI, G.P., DORIGONI, V., CHIZZOLINI, R. Colour stability and vitamin E content of fresh and processed pork. **Food Chemistry**, v. 67, p. 163-171, 1999.
- ZERBY, H.N., BELK, K.E., AHOLA, J.K., SOFOS, J.N., SCHAEFER, D.M., MORGAN, J.B., SMITH, G.C. Effects of muscle α -tocopherol level and surface microbiological contamination on retail caselife of fresh beef from the US, Japan and Australia. **Meat Science**, v. 52, n. 1, p. 111-118, 1999.

ANEXO 1

Quadros de valores de p amostra e p repetição obtidos pelos provadores em cada atributo para seleção da equipes e quadros de médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada atributo na avaliação dos músculos LL, ST e SS assados.

QUADRO 1a-Valores de p amostra e p repetição ($P_{amostra}$) obtidos por 9 provadores em cada atributo para seleção da equipe(valores desejáveis p amostra < 0,50 e p repetição $\geq 0,05$) para avaliação de LL assado

ATRIBUTO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	pR	pA	Total
AROMA CARNE ASSADA	0,0037 0,5879	0,0310 0,1854	0,0001 0,5527	0,0007 0,5003	0,3469 0,5775	0,0001 0,2684	0,0001 0,2352	0,0001 0,8763	0,0020 0,3719	0	0	0
AROMA CARNE FRANGO	0,1311 0,5834	0,1813 0,9000	0,0007 0,9468	0,2298 0,0238	0,0152 0,2512	0,0002 0,5606	0,0001 0,3876	0,3336 0,0672	0,0149 0,9913	1	0	1
AROMA PEIXE	0,0422 0,9942	0,3031 0,7443	0,4187 0,4506	0,0152 0,1755	0,0648 0,9691	0,0305 0,3085	0,3768 0,8312	0,0084 0,9044	0,0683 0,2249	0	0	0
AROMA ÓLEO LINHAÇA	0,0172 0,8747	0,6774 0,1705	0,0522 0,8212	0,0015 0,8782	0,0013 0,2420	0,0001 0,0831	0,4432 0,7982	0,6524 0,0206	0,0001 0,8881	1	2	3
AROMA ÓLEO VEGETAL OXIDADO	0,0181 0,7873	0,1886 0,7302	0,1417 0,4522	0,0036 0,4071	0,5432 0,2375	0,4869 0,6509	0,9588 0,9889	0,5144 0,3124	0,0970 0,5821	0	3	3
AROMA NOZ	0,1104 0,7199	0,4243 0,0941	0,0523 0,5881	0,2786 0,6147	0,1427 0,8308	0,0003 0,2123	0,1601 0,0462	0,0290 0,2623	0,8838 0,4207	1	1	2
AROMA OVO COZIDO	0,7754 0,7469	0,0198 0,7864	0,2898 0,4179	0,2738 0,1403	0,3515 0,4790	0,4651 0,3609	0,1330 0,3233	0,0002 0,8981	0,0401 0,1216	0	1	1
AROMA PAPELÃO	0,6657 0,7498	0,9328 0,1926	0,1163 0,2710	0,5627 0,4342	0,0089 0,4554	0,0535 0,6097	0,9054 0,7060	0,0408 0,9573	0,0005 0,2468	0	4	4
GOSTO SALGADO	0,2469 0,8123	0,1404 0,3220	0,0643 0,3830	0,5324 0,0478	0,2148 0,3880	0,2380 0,5580	0,3462 0,9564	0,1300 0,2859	0,3759 0,7592	1	1	2
GOSTO DOCE	0,0120 0,8126	0,0001 0,0603	0,3425 0,4357	0,2602 0,8064	0,1347 0,7662	0,2836 0,3475	0,0002 0,3585	0,4187 0,7450	0,0001 0,2820	0	0	0
GOSTO ÁCIDO	0,0005 0,2373	0,0954 0,9827	0,0031 0,0751	0,2985 0,6354	0,8317 0,6132	0,0324 0,3882	0,1773 0,9188	0,0019 0,1092	0,3060 0,6257	0	1	1
GOSTO AMARGO	0,0006 0,4485	0,0007 0,4142	0,0001 0,4031	0,0745 0,6361	0,4870 0,6447	0,9325 0,7594	0,0002 0,5101	0,1916 0,2984	0,1604 0,6862	0	1	1
GOSTO UMAMI	0,0546 0,8136	0,0025 0,1579	0,1743 0,2812	0,0751 0,1368	0,0980 0,9104	0,0034 0,4653	0,7434 0,5973	0,2507 0,7419	0,0135 0,0627	0	1	1
SABOR CARNE ASSADA	0,6817 0,6599	0,0001 0,3387	0,0001 0,6298	0,0001 0,5288	0,4312 0,1527	0,0002 0,8709	0,0004 0,6100	0,0002 0,3756	0,0001 0,5357	0	1	1
SABOR CARNE FRANGO	0,0010 0,5849	0,0937 0,4569	0,0001 0,3701	0,1758 0,0278	0,5936 0,1844	0,6451 0,2019	0,0001 0,1877	0,0678 0,6082	0,0052 0,4466	1	2	3
SABOR ÓLEO VEGETAL OXIDADO	0,0220 0,9160	0,5863 0,7503	0,2724 0,4813	0,8884 0,7612	0,2365 0,6342	0,0002 0,3232	0,1233 0,3130	0,6154 0,5454	0,0233 0,7884	0	3	3
SABOR NOZ	0,1254 0,5172	0,4664 0,5484	0,7149 0,5620	0,1691 0,6891	0,2450 0,8971	0,2493 0,6865	0,8809 0,8022	0,0010 0,4057	0,4203 0,2549	0	2	2
AFTER TASTE UMAMI	0,1327 0,6611	0,0664 0,6315	0,0169 0,6487	0,0005 0,1799	0,0015 0,1895	0,0027 0,0777	0,6913 0,6151	0,0377 0,6320	0,0550 0,1416	0	1	1
pR	0	0	0	3	0	0	1	1	0	Tot	5	24
pA	3	3	1	3	3	2	5	3	1	al		
Total	3	3	1	6	3	2	6	4	1			29

pR Valores indesejáveis para repetibilidade (equivalente a soma dos valores assinalados em vermelho na tabela)
pA Valores indesejáveis para discriminção da amostra (equivalente a soma dos valores assinalados em vermelho na tabela)

QUADRO 1b-Valores de p amostra e p repetição ($\frac{P}{P}$ repetição amostra) obtidos por 9 provadores em cada atributo para seleção da equipe(valores desejáveis p amostra < 0,50 e p repetição $\geq 0,05$) para avaliação de ST assado

ATRIBUTO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	pR	pA	Total
AROMA CARNE ASSADA	0,0443 0,8078	0,0053 0,2259	0,0001 0,2858	0,0025 0,6391	0,0544 0,2008	0,3483 0,6553	0,0469 0,2338	0,0001 0,5448	0,1993 0,3140	0	0	0
AROMA CARNE FRANGO	0,0165 0,2635	0,0006 0,3972	0,0001 0,2594	0,0001 0,3016	0,2234 0,2239	0,1189 0,0961	0,0001 0,6632	0,0004 0,2398	0,5273 0,7983	0	1	1
AROMA PEIXE	0,0007 0,0105	0,0440 0,4098	0,0001 0,3945	0,0001 0,0864	0,0284 0,6830	0,0001 0,4198	0,0001 0,9361	0,0046 0,3968	0,0001 0,0005	2	0	2
AROMA ÓLEO LINHAÇA	0,0005 0,4977	0,0846 0,2571	0,0001 0,0314	0,1555 0,6753	0,0830 0,4576	0,2486 0,5242	0,0021 0,1239	0,0008 0,3251	0,0180 0,1676	1	0	1
AROMA ÓLEO VEGETAL OXIDADO	0,0001 0,0294	0,5014 0,4211	0,0148 0,3523	0,0051 0,0859	0,1944 0,2881	0,8554 0,2742	0,0704 0,3644	0,0013 0,5109	0,2397 0,5821	1	2	3
AROMA NOZ	0,0001 0,0092	0,0307 0,7491	0,3903 0,9483	0,0036 0,2029	0,8641 0,3830	0,1909 0,3689	0,9055 0,2392	0,6788 0,7287	0,3111 0,4442	1	3	4
AROMA OVO COZIDO	0,0001 0,7094	0,0001 0,4719	0,0001 0,2690	0,0001 0,5252	0,3758 0,6515	0,0003 0,6855	0,0007 0,4458	0,0001 0,0784	0,0005 0,0151	1	0	1
AROMA PAPELÃO	0,0220 0,1758	0,0001 0,2458	0,0031 0,0354	0,0023 0,7482	0,0017 0,8465	0,0903 0,7330	0,5628 0,0784	0,4109 0,6649	0,3376 0,4832	1	1	2
GOSTO SALGADO	0,3463 0,9584	0,1749 0,6177	0,2357 0,8397	0,0305 0,1349	0,1060 0,5393	0,6531 0,5700	0,9090 0,5272	0,0605 0,5340	0,0423 0,5662	0	2	2
GOSTO DOCE	0,1374 0,0862	0,0032 0,8034	0,7605 0,3341	0,5695 0,0951	0,1446 0,7886	0,2671 0,5804	0,0001 0,8860	0,0004 0,8361	0,0071 0,5370	0	2	2
GOSTO ÁCIDO	0,0001 0,5589	0,0001 0,5436	0,1385 0,2933	0,0245 0,7590	0,2528 0,7538	0,0332 0,5617	0,0001 0,5482	0,0001 0,3131	0,7818 0,8171	0	1	1
GOSTO AMARGO	0,0101 0,7771	0,0001 0,1709	0,0001 0,1487	0,8004 0,4365	0,8705 0,0629	0,0001 0,2811	0,0001 0,3292	0,0051 0,3539	0,5674 0,1913	0	2	2
GOSTO UMAMI	0,0196 0,5288	0,0131 0,9057	0,0149 0,1661	0,0001 0,1579	0,1759 0,4413	0,1197 0,8990	0,0035 0,6124	0,6005 0,8929	0,0443 0,1879	0	1	1
SABOR CARNE ASSADA	0,1646 0,9633	0,0031 0,9005	0,0001 0,4883	0,0030 0,5870	0,4934 0,4745	0,0080 0,2326	0,0641 0,3176	0,0002 0,5868	0,0748 0,5229	0	0	0
SABOR CARNE FRANGO	0,1239 0,7858	0,0052 0,2990	0,0001 0,8160	0,0001 0,9197	0,0071 0,9603	0,0001 0,0961	0,0014 0,9104	0,0367 0,6912	0,8693 0,6811	0	1	1
SABOR ÓLEO VEGETAL OXIDADO	0,0062 0,0474	0,0504 0,0372	0,0036 0,9449	0,0001 0,0460	0,8973 0,1229	0,4224 0,5413	0,1818 0,4255	0,0020 0,0219	0,2470 0,2565	3	1	4
SABOR NOZ	0,0305 0,2127	0,8756 0,1867	0,3161 0,2283	0,3252 0,5700	0,1336 0,1770	0,0516 0,5014	0,6030 0,5546	0,4023 0,5672	0,6579 0,1553	0	3	3
AFTER TASTE UMAMI	0,1025 0,6474	0,0034 0,9123	0,1312 0,2393	0,0001 0,1592	0,0174 0,2008	0,6826 0,4551	0,0025 0,5503	0,4756 0,8349	0,0360 0,1767	0	1	1
pR	4	0	2	1	0	0	0	1	2	10	Total	
pA	0	2	1	2	3	3	4	2	4	21		
Total	4	2	3	3	3	3	4	3	6			31

pR Valores indesejáveis para repetibilidade (equivalente a soma dos valores assinalados em vermelho na tabela)

pA Valores indesejáveis para discriminação da amostra (equivalente a soma dos valores assinalados em vermelho na tabela)

QUADRO 1c-Valores de p amostra e p repetição ($p_{\text{repetição amostra}}$) obtidos por 9 provadores em cada atributo para seleção da equipe (valores desejáveis p amostra $< 0,50$ e p repetição $\geq 0,05$) para avaliação de SS assado

ATRIBUTO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	pR	pA	Total
AROMA CARNE ASSADA	0,0130 0,5954	0,4795 0,1106	0,0491 0,1391	0,0132 0,9439	0,1424 0,1600	0,5635 0,4166	0,0140 0,2257	0,0001 0,1475	0	1	1
AROMA CARNE FRANGO	0,1395 0,6775	0,1569 0,6188	0,0243 0,1362	0,0220 0,7783	0,0986 0,1351	0,0013 0,9404	0,0045 0,8702	0,0572 0,6972	0	0	0
AROMA PEIXE	0,0001 0,2643	0,4731 0,8788	0,0001 0,4067	0,0493 0,0816	0,1531 0,3010	0,0001 0,9562	0,0001 0,0160	0,0021 0,8662	1	0	1
AROMA ÓLEO LINHAÇA	0,0005 0,3352	0,3086 0,3170	0,0014 0,1283	0,2725 0,6212	0,3040 0,1183	0,0061 0,4151	0,0531 0,0995	0,2466 0,3991	0	0	0
AROMA ÓLEO VEGETAL OXIDADO	0,0001 0,2122	0,4027 0,2734	0,5026 0,7908	0,0329 0,1542	0,0001 0,9051	0,0038 0,3542	0,0707 0,2974	0,0864 0,2269	0	1	1
AROMA NOZ	0,0001 0,1956	0,3955 0,3614	0,0085 0,5944	0,0244 0,1795	0,6299 0,1866	0,1029 0,0115	0,1825 0,1438	0,0497 0,5370	1	1	2
AROMA OVO COZIDO	0,0001 0,5877	0,8150 0,8223	0,0001 0,0936	0,0001 0,0905	0,9487 0,1565	0,0001 0,1903	0,0421 0,1631	0,0316 0,9748	0	2	2
AROMA PAPELÃO	0,0277 0,1318	0,0049 0,4392	0,2119 0,4379	0,0944 0,4004	0,3233 0,2195	0,2323 0,2954	0,1551 0,6399	0,5274 0,0575	0	1	1
GOSTO SALGADO	0,0001 0,8454	0,0970 0,4936	0,0001 0,4922	0,7602 0,3849	0,1029 0,1258	0,0001 0,9436	0,0427 0,3511	0,9955 0,1510	0	2	2
GOSTO DOCE	0,0534 0,0784	0,2075 0,5912	0,9742 0,6189	0,7754 0,3818	0,0685 0,7048	0,5668 0,8469	0,0082 0,6733	0,5021 0,3111	0	4	4
GOSTO ÁCIDO	0,0003 0,4714	0,7258 0,5059	0,0001 0,1898	0,0032 0,0744	0,4275 0,2310	0,0001 0,4908	0,0661 0,5914	0,4212 0,8357	0	1	1
GOSTO AMARGO	0,0002 0,6080	0,0031 0,7566	0,0001 0,3408	0,0328 0,0644	0,9938 0,6222	0,0001 0,5765	0,0093 0,5239	0,0061 0,1408	0	1	1
GOSTO UMAMI	0,0618 0,8711	0,1221 0,5776	0,0009 0,6826	0,0007 0,4665	0,0345 0,9409	0,0202 0,4595	0,4053 0,8917	0,1152 0,2344	0	0	0
SABOR CARNE ASSADA	0,0853 0,3209	0,3096 0,1750	0,0051 0,8325	0,0017 0,3948	0,6782 0,9001	0,9991 0,4019	0,0001 0,6604	0,0001 0,5946	0	2	2
SABOR CARNE FRANGO	0,0814 0,5050	0,0539 0,2535	0,0013 0,0213	0,0040 0,9439	0,2282 0,4944	0,0002 0,9148	0,2005 0,3991	0,0759 0,2213	1	0	1
SABOR ÓLEO VEGETAL OXIDADO	0,0001 0,8226	0,0001 0,3319	0,0572 0,3750	0,0934 0,4448	0,0029 0,7618	0,0004 0,3372	0,0015 0,3723	0,0447 0,3454	0	0	0
SABOR NOZ	0,0006 0,7249	0,0187 0,1997	0,0003 0,9715	0,0001 0,3042	0,1697 0,2372	0,2480 0,3206	0,3776 0,2785	0,2492 0,4845	0	0	02
AFTER TASTE UMAMI	0,0002 0,8883	0,1267 0,7979	0,4410 0,8009	0,0198 0,3753	0,2420 0,9892	0,0008 0,3642	0,2090 0,9847	0,7234 0,1393	0	1	1
pR	0	0	1	0	0	1	1	0	3		
pA	0	2	2	2	4	3	0	4	17		
Total	0	2	3	2	4	4	1	4		20	

pR Valores indesejáveis para repetibilidade (equivalente a soma dos valores assinalados em vermelho na tabela)
pA Valores indesejáveis para discriminação da amostra (equivalente a soma dos valores assinalados em vermelho na tabela)

QUADRO 2a – Médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada atributo na avaliação de LL assado*

ATRIBUTO	AMOSTRA	ES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
AROMA CARNE ASSADA	1 dia	5,47a	6,00a	6,85a	5,83a	4,83a	4,73a	5,38a	5,33a	5,40a	4,83a
	2 dias	4,37b	3,80b	5,83ab	4,80b	4,15a	4,55a	4,02b	4,27a	3,82b	4,10a
	3 dias	3,67c	4,08b	5,48b	3,73c	3,12b	3,73a	4,32b	2,78b	3,05b	2,75b
AROMA CARNE FRANGO	1 dia	1,86a	1,98a	3,62a	0,85a	1,97a	3,90ab	0,45a	0,37a	2,67a	0,95a
	2 dias	2,47b	1,45a	5,18a	3,67b	2,00a	4,95a	0,63a	0,15a	2,08a	2,17b
	3 dias	2,55b	2,72a	4,22a	2,82b	1,48a	2,25b	1,45b	2,13b	2,07a	2,02b
AROMA PEIXE	1 dia	0,81a	1,15a	1,50a	0,63a	1,43a	0,32a	0,43ab	0,33a	1,12a	0,33a
	2 dias	0,73a	2,50ab	0,83a	0,37a	0,48b	0,32a	0,30b	0,47a	1,03a	0,30a
	3 dias	0,86a	2,80b	1,15a	0,55a	0,48b	0,92a	0,52a	0,48a	0,38b	0,48a
AROMA ÓLEO LINHAÇA	1 dia	1,23a	0,93a	0,75a	2,48a	2,42a	0,70a	0,13a	1,10a	2,35a	0,18a
	2 dias	1,50b	2,42b	0,68a	3,32a	1,20b	0,65a	0,90b	1,17a	2,40a	1,07b
	3 dias	1,48b	1,98ab	0,87a	2,25a	1,98a	1,52b	1,28c	0,80a	2,17a	0,45a
AROMA ÓLEO VEGETAL OXIDADO	1 dia	1,36a	0,87a	1,37a	1,23a	2,70a	1,05a	0,25a	1,37a	2,68a	0,77a
	2 dias	1,45a	1,65ab	1,03a	2,08a	1,38b	0,73a	0,25a	1,50a	2,40a	2,03a
	3 dias	1,49a	2,38b	0,88a	1,68a	2,20ab	0,53a	0,15a	1,45a	2,75a	1,42a
AROMA NOZ	1 dia	0,67a	0,72a	1,03a	0,33a	1,28a	0,32a	0,22a	0,40a	1,30ab	0,40a
	2 dias	0,72a	1,12a	0,70a	0,48a	0,70a	0,73a	0,47b	0,47a	1,40a	0,42a
	3 dias	0,69a	1,55a	0,73a	0,48a	0,83a	0,50a	0,42b	0,50a	0,70b	0,45a
AROMA OVO COZIDO	1 dia	1,33a	1,58a	1,65a	1,12a	1,08a	1,37a	1,05a	0,95a	2,17a	1,00ab
	2 dias	1,71b	1,75a	3,15b	1,07a	1,57a	0,73a	1,02a	1,30a	3,88b	0,93a
	3 dias	1,70b	1,87a	3,13b	1,03a	1,25a	0,70a	1,17a	1,20a	3,70b	0,27b
AROMA PAPELÃO	1 dia	1,35a	1,62a	2,45a	1,63a	1,50a	0,65a	0,78a	1,70a	1,30a	0,77a
	2 dias	1,53a	2,17a	2,28a	2,55a	1,13a	1,02b	0,88ab	1,93a	1,15ab	0,66a
	3 dias	1,48a	1,93a	2,33a	1,65a	1,58a	1,18b	1,07b	1,70a	0,82b	1,08b
GOSTO SALGADO	1 dia	1,99a	2,37a	0,30a	0,52a	2,02a	4,67a	3,37a	0,87a	2,45a	1,38a
	2 dias	1,94a	1,53a	0,73a	0,22a	2,50a	3,65a	3,45a	0,68a	3,07a	1,65a
	3 dias	2,12a	1,88a	0,78a	0,60a	2,15a	4,25a	3,80a	0,72a	2,88a	2,02a
GOSTO DOCE	1 dia	1,66a	1,82a	0,80a	1,33a	1,88a	2,73a	0,95a	1,75a	2,41a	1,23a
	2 dias	1,57a	2,02a	1,35b	1,10a	1,61a	3,02a	0,90a	0,73b	2,03a	1,38a
	3 dias	1,19b	0,65b	1,72c	1,15a	1,15a	1,50a	0,70a	0,67b	2,25a	0,92b
GOSTO ÁCIDO	1 dia	1,49a	1,35a	1,78a	2,50a	1,50a	1,67a	1,85ab	0,55a	1,88a	0,30a
	2 dias	1,78ab	2,65b	0,73b	3,53b	1,52a	2,18a	1,58a	0,50a	2,72b	0,60a
	3 dias	1,95b	3,92c	1,00b	1,87a	2,03a	2,22a	2,55b	0,25a	2,85b	0,83a
GOSTO AMARGO	1 dia	1,04a	0,58a	0,67a	1,13a	1,30a	1,32a	1,20a	0,52a	1,37a	1,28a
	2 dias	1,16a	1,10a	0,93a	0,75b	1,28a	1,02a	1,22a	1,53b	1,80a	0,85a
	3 dias	1,49b	2,45b	1,42b	1,02c	2,40a	1,63a	1,73a	0,50a	1,22a	1,50a
GOSTO UMAMI	1 dia	3,06a	2,25ab	3,62a	2,78a	2,03a	2,90a	2,85a	2,77a	5,12a	3,17a
	2 dias	2,64b	2,90a	2,63b	2,27a	2,66a	1,83b	2,83a	0,00a	2,35a	1,58b
	3 dias	2,19c	1,08b	2,40b	2,00a	1,52a	1,28a	2,27ab	2,52a	4,57a	2,13ab
SABOR CARNE ASSADA	1 dia	5,45a	4,98a	7,85a	5,42a	4,43a	4,08a	5,35a	5,60a	5,88a	5,48a
	2 dias	4,17b	5,40a	5,83b	4,52a	3,63a	3,33a	4,05b	3,38b	2,98b	4,40b
	3 dias	3,41c	5,13a	4,77b	1,43b	1,98b	4,32a	3,80b	3,63b	3,52b	2,52c
SABOR CARNE FRANGO	1 dia	1,48a	0,98a	2,27a	1,52a	2,00a	2,50a	0,78a	0,27a	2,22a	0,17a
	2 dias	2,00b	3,45b	1,43a	3,08b	1,46a	2,22a	0,78a	0,00a	2,35a	2,10b
	3 dias	1,84ab	3,82b	1,17a	4,37c	1,80a	1,48a	0,63a	1,45b	1,60a	1,33ab
SABOR ÓLEO VEGETAL OXIDADO	1 dia	1,20a	0,82a	0,62a	2,10a	1,45a	1,05a	0,23a	1,25a	2,67a	0,62a
	2 dias	1,72b	1,97ab	0,72a	2,92a	1,65a	1,75a	0,10a	0,16a	2,43a	2,28b
	3 dias	1,75b	2,68b	0,82a	1,80a	1,55a	0,57a	0,97b	2,25a	2,90a	2,20b
SABOR NOZ	1 dia	0,80a	0,87a	0,78a	0,52a	1,35a	0,65a	0,45a	0,50a	1,62a	0,48a
	2 dias	0,83a	1,93a	0,53a	0,55a	0,75a	0,35a	0,48a	0,50a	1,73a	0,67a
	3 dias	0,71a	1,60a	0,58a	0,52a	0,75a	0,70a	0,55a	0,47a	0,73b	0,52a
AFTER TASTE UMAMI	1 dia	2,67a	2,03a	3,40a	2,15a	1,63ab	2,62a	2,35a	2,65a	4,52a	2,68a
	2 dias	2,23b	2,23a	2,87a	1,40b	2,26a	1,15b	1,22b	3,02a	4,57a	2,12b
	3 dias	1,74c	0,67a	2,50a	1,35b	0,87b	0,82b	1,37b	2,65a	3,32a	1,33ab

*Valores acompanhados de letras diferentes, dentro da mesma célula, são significativamente diferentes P<0,05

QUADRO 2b – Médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada atributo na avaliação de ST assado *

ATRIBUTO	AMOSTRA	ES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
AROMA CARNE ASSADA	1 dia	5,11a	5,73a	5,63a	5,43a	5,18a	5,30a	4,52a	4,63a	5,28a	4,25a
	2 dias	4,38b	4,67b	5,50a	4,03b	4,05b	4,68ab	4,62a	4,07b	4,13b	3,63a
	3 dias	3,99c	5,35ab	4,58b	3,22c	3,99b	4,07b	4,25a	4,18ab	2,95c	3,28a
AROMA CARNE FRANGO	1 dia	2,64a	3,70ab	5,53a	3,13a	1,18a	3,13a	0,82a	2,32a	2,17a	1,80a
	2 dias	2,29b	3,13b	5,18b	5,18b	0,90a	2,17a	1,13a	2,12b	3,20b	2,20a
	3 dias	3,16c	4,03b	5,20a	2,57a	3,19b	3,75a	1,10a	2,87c	3,73b	1,87a
AROMA PEIXE	1 dia	1,30 ^a	3,97 ^a	2,28 ^a	0,70 ^a	0,78 ^a	0,63 ^a	0,80 ^a	0,82 ^a	1,05 ^a	0,67 ^a
	2 dias	1,50b	2,80b	1,32 ^a	1,47b	0,75 ^a	1,37b	1,40b	1,38b	1,55b	1,48b
	3 dias	1,61b	4,60 ^a	2,23a	1,05c	1,62b	0,70ab	1,10c	1,17c	1,07a	0,99c
AROMA ÓLEO LINHAÇA	1 dia	1,27 ^a	1,50 ^a	1,18 ^a	1,62 ^a	1,38 ^a	1,25 ^a	1,17 ^a	1,43 ^a	0,95 ^a	0,92 ^a
	2 dias	1,64b	1,53 ^a	0,77 ^a	3,68b	1,15 ^a	1,47 ^a	1,10 ^a	0,87b	2,35b	1,83b
	3 dias	1,61b	3,12b	1,42a	1,55a	1,62a	1,27a	1,03a	1,43a	1,97b	1,10ab
AROMA ÓLEO VEGETAL OXIDADO	1 dia	1,25 ^a	2,38 ^a	1,12 ^a	1,42 ^a	0,83 ^a	0,47 ^a	0,60 ^a	1,03 ^a	1,60 ^a	1,77 ^a
	2 dias	1,58b	1,75 ^a	0,88 ^a	2,87 ^a	1,23ab	0,33 ^a	0,62 ^a	1,53 ^a	2,53b	2,45 ^a
	3 dias	1,73b	3,97b	1,13a	2,10a	1,74b	0,65a	0,48a	0,68a	3,08b	1,75a
AROMA NOZ	1 dia	0,87 ^a	2,20 ^a	1,38 ^a	0,52 ^a	0,53 ^a	0,60 ^a	0,58 ^a	0,53 ^a	0,88 ^a	0,57 ^a
	2 dias	0,66b	1,02b	0,80ab	0,47 ^a	0,62 ^a	0,58 ^a	0,48 ^a	0,52 ^a	1,02 ^a	0,45 ^a
	3 dias	0,85a	2,55a	0,62b	0,55a	0,86b	0,58a	0,52a	0,52a	0,95a	0,52a
AROMA OVO COZIDO	1 dia	1,50 ^a	1,53 ^a	2,03 ^a	1,13 ^a	1,30 ^a	1,48 ^a	1,18 ^a	1,25 ^a	2,35 ^a	1,22 ^a
	2 dias	2,05b	3,35b	2,17 ^a	1,37 ^a	1,37 ^a	1,45 ^a	1,53b	1,52b	4,72b	1,28 ^a
	3 dias	2,72c	3,40b	3,83b	2,74b	2,74b	1,80a	1,67b	1,63b	6,20c	1,62b
AROMA PAPELÃO	1 dia	1,20 ^a	1,55 ^a	1,50 ^a	1,07 ^a	1,42 ^a	1,25 ^a	1,13 ^a	1,18 ^a	0,75 ^a	0,95 ^a
	2 dias	1,26 ^a	0,98b	1,92 ^a	2,02b	0,83b	0,98b	1,00 ^a	1,48 ^a	1,07 ^a	1,03 ^a
	3 dias	1,56b	1,27ab	4,30b	1,45ab	1,57a	1,12ab	1,13a	1,07a	1,00a	1,17 ^a
GOSTO SALGADO	1 dia	1,93 ^a	1,65 ^a	0,17 ^a	0,20 ^a	1,85ab	4,65 ^a	3,38 ^a	0,68 ^a	2,87 ^a	1,88 ^a
	2 dias	1,84 ^a	1,35 ^a	0,07 ^a	0,20 ^a	1,23b	4,16 ^a	3,53 ^a	0,65 ^a	3,63 ^a	1,72 ^a
	3 dias	2,22b	1,35a	0,17a	0,07a	2,18a	5,18a	3,73a	0,68a	3,32a	3,27a
GOSTO DOCE	1 dia	1,57 ^a	1,38 ^a	1,70 ^a	1,43 ^a	1,30 ^a	1,93 ^a	0,92 ^a	1,67 ^a	2,73 ^a	1,05ab
	2 dias	1,08b	0,78 ^a	0,73b	1,20 ^a	1,07 ^a	1,25 ^a	0,75 ^a	0,57b	2,45 ^a	0,92b
	3 dias	1,10b	1,43a	1,23ab	1,25a	1,10a	0,78a	1,02a	0,63b	1,30b	1,15a
GOSTO ÁCIDO	1 dia	1,34 ^a	2,32 ^a	1,62 ^a	1,23 ^a	1,15 ^a	1,37 ^a	0,95 ^a	1,22 ^a	1,38 ^a	0,87 ^a
	2 dias	1,83b	4,02b	0,55c	2,15 ^a	1,40ab	1,62 ^a	1,90b	0,37b	3,38b	1,12 ^a
	3 dias	2,17c	5,53c	1,10b	1,37a	2,20b	2,40a	1,68ab	0,38b	3,92b	0,93a
GOSTO AMARGO	1 dia	1,44 ^a	2,87ab	1,03 ^a	1,17 ^a	1,07 ^a	1,02 ^a	1,73 ^a	1,38 ^a	1,45 ^a	1,27 ^a
	2 dias	1,43 ^a	1,77b	1,42b	1,07 ^a	1,22 ^a	1,08 ^a	1,40b	1,57 ^a	2,05ab	1,30 ^a
	3 dias	1,23 ^a	3,47a	0,53c	0,00b	1,25a	0,90a	0,28c	0,53b	3,22b	0,92a
GOSTO UMAMI	1 dia	2,45 ^a	1,45 ^a	3,45 ^a	1,35ab	1,92 ^a	1,63 ^a	2,50 ^a	4,50 ^a	3,65 ^a	1,57 ^a
	2 dias	2,06b	0,88b	2,53b	1,67b	0,92b	2,10 ^a	1,97 ^a	2,83b	3,97 ^a	1,72 ^a
	3 dias	2,14b	1,40a	2,53b	0,52a	2,13a	2,23a	2,03a	2,33b	3,53a	2,57a
SABOR CARNE ASSADA	1 dia	5,55 ^a	6,50 ^a	6,58ab	5,20 ^a	5,48 ^a	5,37 ^a	5,33 ^a	5,33 ^a	5,43 ^a	4,72 ^a
	2 dias	5,24b	5,58 ^a	7,43 ^a	5,25 ^a	4,87b	5,12 ^a	4,97ab	4,88 ^a	4,73 ^a	4,37 ^a
	3 dias	4,59c	5,32a	5,48b	4,20b	4,61b	4,82a	4,58b	4,82a	3,77b	3,90a
SABOR CARNE FRANGO	1 dia	2,64 ^a	4,77 ^a	2,62 ^a	3,87 ^a	1,42 ^a	2,85ab	2,45 ^a	2,13 ^a	1,97 ^a	1,85 ^a
	2 dias	2,09b	3,42 ^a	1,53b	5,13b	0,60b	1,20b	1,17b	1,82b	2,30ab	1,67 ^a
	3 dias	2,49a	4,50a	1,32b	2,43c	2,53c	3,77a	0,93b	2,22a	2,97b	1,80a
SABOR ÓLEO VEGETAL OXIDADO	1 dia	1,27 ^a	2,05 ^a	1,13 ^a	1,18 ^a	0,68 ^a	0,55 ^a	1,13 ^a	0,98 ^a	1,48 ^a	2,25 ^a
	2 dias	1,64b	1,80 ^a	0,73 ^a	3,55b	0,73 ^a	0,65 ^a	0,67 ^a	1,78 ^a	2,32ab	2,52 ^a
	3 dias	1,77b	3,62b	0,73a	2,55ab	1,79b	0,67a	0,95a	1,05a	2,93b	1,62a
SABOR NOZ	1 dia	0,83 ^a	1,90ab	0,70 ^a	0,57 ^a	0,92 ^a	0,70 ^a	0,62 ^a	0,55 ^a	1,10 ^a	0,55 ^a
	2 dias	0,77 ^a	1,05 ^a	0,65 ^a	0,62 ^a	0,60 ^a	0,62 ^a	0,40 ^a	0,88 ^a	1,40 ^a	0,68 ^a 0,70a
	3 dias	0,95a	2,33b	0,62a	0,65a	0,95a	0,55a	0,55a	0,58a	1,32a	1,62a
AFTER TASTE UMAMI	1 dia	2,01 ^a	1,00 ^a	3,25 ^a	0,90 ^a	1,48 ^a	0,97 ^a	1,80 ^a	4,25 ^a	3,10 ^a	1,32 ^a
	2 dias	1,72b	0,60 ^a	2,30b	1,12 ^a	0,67b	1,63ab	1,62 ^a	2,55b	3,62 ^a	1,42ab
	3 dias	1,90ab	1,17a	2,15b	0,42a	1,88a	1,85b	1,82a	2,12b	3,32a	2,35b

*Valores acompanhados de letras diferentes, dentro da mesma célula, são significativamente diferentes P<0,05

QUADRO 2c – Médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada atributo na avaliação de SS assado*

ATRIBUTO	AMOSTRA	ES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AROMA CARNE ASSADA	1 dia	5,51a	7,12a	5,98a	4,20ab	5,42a	4,60a	4,93a	5,55a	6,32a
	2 dias	4,72b	6,38ab	5,63a	3,95b	4,42ab	4,15a	4,42a	3,68b	5,13b
	3 dias	4,56b	5,48b	5,90a	4,38a	3,87b	5,22a	4,48a	3,55b	3,57c
AROMA CARNE FRANGO	1 dia	2,99a	3,80a	3,83a	3,95a	0,93a	3,82a	2,57a	2,45a	2,57a
	2 dias	3,21a	5,28a	5,98a	3,07ab	1,50ab	2,67a	3,07b	4,38b	1,75a
	3 dias	2,83a	5,28a	2,83a	2,32b	2,02b	2,85a	2,40a	3,53ab	1,43a
AROMA PEIXE	1 dia	1,21a	3,32a	1,70*	0,75a	0,90a	0,72a	0,38a	0,80a	0,75a
	2 dias	1,43a	4,32a	1,32a	0,87a	1,02ab	1,30a	0,83a	0,90a	0,85a
	3 dias	1,90b	6,78b	1,72a	1,15b	1,28b	0,82a	1,20b	1,15b	1,07b
AROMA ÓLEO LINHAÇA	1 dia	1,69a	1,77a	1,22a	2,93a	1,72a	1,37a	1,15a	1,85a	1,55a
	2 dias	1,86ab	2,95b	0,90a	1,53b	1,77a	1,75a	1,47b	2,80b	1,75a
	3 dias	1,98b	3,57b	0,82a	1,63b	2,23a	1,68a	1,52b	2,35ab	2,02a
AROMA ÓLEO VEGETAL OXIDADO	1 dia	1,87a	1,95a	1,07a	2,42a	1,93a	1,57a	1,60a	2,43a	2,00a
	2 dias	3,07b	4,73b	1,42a	3,15a	2,97b	2,87b	2,75b	3,88a	2,58a
	3 dias	2,93b	5,88b	1,32a	2,22a	2,67ab	2,85b	2,93b	2,77a	3,02a
AROMA NOZ	1 dia	0,70a	0,88a	1,12a	0,42a	0,43a	0,65a	0,45a	1,18a	0,45a
	2 dias	0,96b	2,82b	0,85a	0,57b	0,55ab	0,67a	0,53a	1,10a	0,62b
	3 dias	1,00b	3,12b	1,08a	0,62b	0,60b	0,62a	0,55a	0,88a	0,55ab
AROMA OVO COZIDO	1 dia	1,78a	1,45a	2,72a	1,17a	1,17a	1,97a	1,27a	3,52a	0,97a
	2 dias	2,63b	3,57b	2,82a	1,80b	2,00b	2,07a	1,73b	4,97b	2,08ab
	3 dias	2,79b	5,20c	2,37a	1,75b	1,98b	1,97a	1,73b	4,38b	2,90b
AROMA PAPELÃO	1 dia	1,58a	2,53a	2,67a	1,62a	1,18a	1,28a	1,18a	1,07a	1,07a
	2 dias	1,53a	1,95ab	2,58a	1,18a	1,07a	1,58a	1,60a	1,12a	1,12a
	3 dias	1,66a	1,03b	4,32b	1,68a	1,72a	1,17a	1,48a	0,80a	1,12a
GOSTO SALGADO	1 dia	1,99a	1,48a	1,50a	1,17a	1,05a	3,57a	1,68a	3,18a	2,27a
	2 dias	2,58b	2,72b	0,78a	2,30b	1,28a	4,68a	2,63b	3,95b	2,32a
	3 dias	2,41b	0,88a	1,37a	2,20b	1,30a	4,93a	2,73b	3,57ab	2,30a
GOSTO DOCE	1 dia	1,61a	1,68a	1,35a	1,18a	1,38a	2,08a	1,67a	2,17a	1,33a
	2 dias	1,38b	1,17a	1,63a	1,18a	1,35a	1,13a	1,52a	1,78ab	1,25a
	3 dias	1,25b	1,03a	1,37a	1,20a	1,22a	1,30a	1,55a	1,30b	1,05a
GOSTO ÁCIDO	1 dia	1,70a	2,22a	1,47a	1,23a	1,75a	1,65a	1,38a	2,47a	1,47a
	2 dias	2,12b	3,00a	1,30a	1,87b	1,60a	2,37a	2,02b	3,52a	1,70a
	3 dias	2,70c	5,92b	1,32a	2,10b	3,12b	2,37a	2,42c	2,37a	1,97a
GOSTO AMARGO	1 dia	1,20a	1,55a	1,22a	0,72a	1,00a	1,17a	0,85a	2,82a	0,92a
	2 dias	1,69b	0,98a	1,28a	1,15b	2,32b	1,12a	1,65b	3,28a	1,75b
	3 dias	2,06c	4,25b	2,22b	1,45c	2,07ab	1,13a	2,02b	1,32b	2,00b
GOSTO UMAMI	1 dia	2,83a	2,45a	2,17a	2,78a	3,08a	2,13a	4,17a	3,08a	2,75a
	2 dias	2,63ab	1,25a	2,68a	2,63a	2,12a	3,33b	2,93b	3,70a	2,40a
	3 dias	2,44b	1,23a	3,02a	2,32b	2,30b	2,48ab	3,02b	3,45a	1,72a
SABOR CARNE ASSADA	1 dia	5,63a	7,03a	7,00a	4,88a	5,30a	4,57a	5,20a	5,52a	5,50a
	2 dias	4,86b	7,12a	6,88a	4,72a	5,42a	5,18a	3,13b	4,20a	2,20b
	3 dias	4,74b	5,98a	6,53a	3,80b	4,02b	4,63a	5,20a	3,93b	3,83c
SABOR CARNE FRANGO	1 dia	2,33ab	3,68a	2,65a	4,35a	1,35a	3,22a	2,15a	2,27a	2,20a
	2 dias	3,06a	5,78a	1,78a	3,92a	2,67b	2,05a	2,55b	3,08a	2,67a
	3 dias	2,63b	5,55a	2,52a	2,90b	1,43a	2,13a	2,15a	2,77a	1,62a
SABOR ÓLEO VEGETAL OXIDADO	1 dia	2,00a	2,32a	1,93a	2,83a	2,13a	1,37a	1,70a	1,97a	1,72a
	2 dias	3,62b	5,55b	3,05b	4,60a	2,75a	3,33b	3,15b	3,32b	2,80a
	3 dias	3,05c	6,52b	2,45c	4,07a	2,68a	1,23a	1,45a	3,08b	2,90a
SABOR NOZ	1 dia	0,83a	1,20a	1,18a	0,52a	0,48a	0,63a	0,48a	1,05a	1,05a
	2 dias	1,25b	3,03b	1,22a	0,78b	0,78b	0,87a	1,27a	1,28a	0,73a
	3 dias	1,45b	3,72b	1,90b	0,97b	1,22c	1,05a	0,78a	1,15a	0,82a
AFTER TASTE UMAMI	1 dia	2,24a	2,25a	1,90a	2,17a	2,42a	1,50a	3,68a	2,32a	1,62a
	2 dias	2,03a	0,72b	2,20a	2,32a	1,83b	2,33a	2,07b	2,93a	1,85a
	3 dias	2,06a	0,63b	2,55a	2,17a	2,08ab	1,85a	2,78b	2,98a	1,43a

*Valores acompanhados de letras diferentes, dentro da mesma célula, são significativamente diferentes P<0,05