

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos**

**QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE
(*Bos taurus indicus*) SUPLEMENTADOS COM
VITAMINA E**

Angélica Simone Cravo Pereira

Dissertação de Mestrado depositada na Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia, na área de Concentração de Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. *Paulo José do Amaral Sobral*

*“Todos nós homens e mulheres temos uma
capacidade realmente insondável...
E o grande motor da fé em nós mesmos não
conhece fronteiras...
Amor, inteligência e tenacidade são como
sucesso, forças que podem se tornar infinitas se
soubermos nutri-las com idéias e sentimentos
precisos e verdadeiros”.*
- O G Mandino -

Agradecimento Especial

*"De tudo ao meu amor serei atento
Antes, e com tal zelo, e sempre, e tanto
Que mesmo em face do maior encanto
Dele se encante mais meu pensamento"
(Vinícius de Moraes)*

*Aos meus pais Arlindo e Emília e meu
irmão Arlindo Pereira Júnior
Por todo o amor que me oferecem,
permitindo-me ultrapassar barreiras, medos e
dúvidas.*

*Por serem minha "retaguarda oculta".
Obrigada por serem exemplo de vida, e por
acreditarem em meus sonhos.*

- A vocês dedico este trabalho –

*"O QUE QUER QUE POSSA FAZER, OU SONHE EM
FAZER, COMECE-O.
EXISTE ALGO DE GENIALIDADE, DE PODER E
MAGIA NA CORAGEM"
- GOETHE -*

*Ao meu querido avô pelo exemplo de força e vontade de lutar pela a vida
(In memorian)*

- Ofereço este trabalho –

Aos meus grandes incentivadores Rodolfo Spers e Paulo Roberto Leme

*“Todos nós tomamos diferentes trilhas na vida,
mas não importa aonde vamos, aproveitamos
um pouco de cada uma delas em toda parte e
nos tornamos especiais na vida uma das outras*

- Tim McGrew -

Agradecimentos

Em **especial à Deus**, pelo dom da vida, da coragem e da vontade de aprender e querer ensinar...

Ao professor e orientador Dr. Paulo José do Amaral Sobral pela orientação valiosa, ensinamentos, amizade, paciência e incentivos constantes.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo – Campus de Pirassununga, em especial a todos os professores do curso de pós-graduação em zootecnia, pelos ensinamentos e realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Presidente da Comissão de pós-graduação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), Prof. Dr. Raul Franzolin Neto.

Ao Prof. Dr. Albino Luchiarri Filho pelos conselhos, amizade e colaboração no trabalho.

Ao Prof. Dr. Evaldo A. Lencioni Titto pela amizade.

Ao Prof. Dr. César Gonçalves pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Rogério Lacaz Ruiz pela convivência, amizade, questionamentos e lições de vida.

À Prof^a Dr^a Helena Teixeira Godoy do Laboratório de Ciências dos Alimentos da UNICAMP pela disponibilidade dos equipamentos para análises de Vitamina E e colesterol.

À Equipe do Laboratório Tecnologia de Alimentos, em especial, às amigas Ana Mônica e família e Edneli, pela amizade, companheirismo, apoio e por me acolherem nas horas mais alegres e momentos mais difíceis. E à Fernanda, Farah, Thaís "Malta" e Rodolfo pela amizade, descontração, apoio e estímulo.

Aos **Funcionários da biblioteca da FZEA**, Bernadete Mehler, Maria Teixeira, Mariza Rodrigues, Patrícia Vick e Marcelo Dozena por toda atenção, auxílio e competência durante todo o período de mestrado.

Aos **Funcionários do Departamento de Zootecnia (ZAZ)** Érica Cristina, Maristela, Roseli Lacerda, "Rosilllida" Loura, Fábio Galo e Paula Argenti, pelo auxílio e atenção dispensadas e às funcionárias da limpeza, pela atenção, disponibilidade e auxílio durante a condução do experimento.

Às **Funcionárias da seção de pós-graduação em Zootecnia** Gláucia e Clélia por todo o auxílio, atenção e empenho na realização de suas tarefas.

Aos **Funcionários da Fábrica de Ração, Matadouro-Escola**, Ismael, Valmir, Ricardo, "Senhor alemão" e "Mané" pela colaboração no êxito deste experimento.

Aos **estagiários** Gabriela, Rosane, e Fernando, pelo auxílio, amizade e dedicação neste trabalho.

À **toda a família Carlini** (Leilah, Luciano, Guilherme, "Nina", "Iah", D^a Helô) que me acolheram como membro de sua família com todo o carinho e atenção, em **especial ao Felipe** com quem compartilhei momentos muito importantes, felizes e muito preciosos de minha vida.

Às **minhas companheiras de "moradia" e grandes amigas** Fabiana Pilarski, Amanda A. Hayashi, pelas palavras amigas, compreensão, e amizade, principalmente nos momentos mais difíceis...

Aos **meus queridos e grandes amigos** Saulo e Nívea pelo constante apoio e ensinamentos e toda a paciência...

Em especial, às **amigas** Juliana e Márcia (Foférrima) pelo companheirismo e amizade sem medidas e à Verônica (Tom) pelo auxílio nas análises em Campinas.

Aos **amigos** de pós-graduação, Ricardo (Brumas), Sancho, Paula, Soraia, Gustavo Braga, Érica, Yahn, Denise, Tatiana, Rosane, Ione (Japinha), Márcia Saladini, "Minhoca", "Mocréia", Maurício Virmond, Laura e Adriana por se tornarem pessoas especiais em minha vida e aos mais novos

amigos Maurício Peternelli, José Henrique (Gaúcho) e Luciane (Lú), pela amizade e momentos de alegria.

Agradeço a todos pela convivência, e que contribuíram, de alguma forma, para o engrandecimento de minha pessoa.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	i
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Qualidade da carne e da carcaça	5
2.1.1 pH	5
2.1.2 Maciez da carne bovina	7
2.1.2.1 Maturação	9
2.1.2.2 Gordura Subcutânea e Gordura Intramuscular (marmoreio)...	11
2.1.2.3 Dietas com altos níveis de concentrado.....	13
2.1.3 Cor da carne	14
2.2 Vitamina E.....	20
2.2.1 Fontes de Vitamina E.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Animais	22
3.2 Alimentação	23
3.2.1 Suplementação dos animais com Vitamina E	24
3.3 Abate dos Animais	25
3.4 Coleta de dados de cor de diversos cortes de carne fresca	25
3.5 Características físico-químicas da carne maturada	27
3.5.1 Matéria Seca.....	28
3.5.2 Perda de água por exsudação	28
3.5.3 Perda de água no cozimento	29
3.5.4 Textura.....	30
3.5.5 Vitamina E e Colesterol.....	31
3.6 Características da carne descongelada	33
3.6.1 Contra- filé	33
3.6.2 Patinho.....	35
3.7 Análise Estatística.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Características de desempenho dos animais	37
4.2 Coleta de dados de cor de diversos cortes de carne fresca	38
4.3 Características físico-químicas da carne maturada	40
4.3.1 Matéria Seca do Contra-filé e Peixinho.....	40
4.3.3 Extrato Etéreo do Contra-filé.....	41

4.3.4 Perda de Água por Exsudação do Contra-filé e Peixinho	42
4.3.5 Perda de Água no Cozimento do Contra-filé e Peixinho	44
4.3.6 Força de Cisalhamento do Contra-filé e Peixinho	46
4.3.7 pH do Contra-filé e Peixinho	50
4.3.8 Análise da Cor do Contra-filé e Peixinho	52
4.3.9 Análise da Vitamina E do Contra-filé.....	57
4.3.10 Análise de Colesterol do Contra-filé.....	58
4.4 Características da carne descongelada.....	60
4.4.1 Patinho Moído.....	60
4.4.1.1 Matéria Seca.....	60
4.4.1.2 pH	61
4.4.1.3 Análise da Cor	62
4.4.1.4 Perda de Água por Exsudação	65
4.4.1.5 Vitamina E.....	66
4.4.1.6 Colesterol.....	68
4.4.2 Contra-filé	69
4.4.2.1 Perda de Água por Exsudação	69
4.4.2.2 Perda de Água no Cozimento	70
4.4.2.3 Força de Cisalhamento	71
4.4.2.4 pH e cor	72
5. CONCLUSÕES.....	74
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Animais da raça Nelore (<i>Bos taurus indicus</i>) utilizados no experimento.	23
Figura 02 - Determinação da cor dos cortes de carne fresca através do colorímetro portátil.	27
Figura 03 - Texturômetro para análises de maciez dos cortes de contra-filé e peixinho maturados e congelados.	31
Figura 04 – Cromatógrafo líquido de alta eficiência utilizado nas análises de vitamina E e colesterol.	33
Figura 05 - Amostras de contra-filé embaladas à vácuo em sacos de polietileno.	35
Figura 06 - Matéria Seca (MS) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos dias de maturação.	41
Figura 07 - Extrato Etéreo (EE) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos níveis de concentrado, no dia 1 de maturação.	42
Figura 08 - Perda de Água por Exsudação (PAE) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos dias de maturação.	43
Figura 09 - Perda de Água por Exsudação (PAE) do <i>Supraspinatus</i> em função dos dias de maturação.	44
Figura 10 - Perda de Água por Cozimento (PAC) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos dias de maturação.	46
Figura 11 - Perda de Água por Cozimento (PAC) do <i>Supraspinatus</i> em função dos dias de maturação.	46
Figura 12 - Força de cisalhamento (WB) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos níveis de concentrado e dias de maturação.	47
Figura 13 – Força de cisalhamento (WB) do <i>Supraspinatus</i> , em função dos níveis de concentrado e dias de maturação dos animais suplementados com Vitamina E.	48
Figura 14 – Força de cisalhamento (WB) do <i>Supraspinatus</i> em função dos níveis de concentrado e dias de maturação dos animais controle.	48
Figura 15 – Força de cisalhamento (WB) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos níveis de concentrado e dias de maturação dos animais suplementados com Vitamina E.	49
Figura 16 – Força de cisalhamento (WB) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos níveis de concentrado e dias de maturação dos animais Controle.	50
Figura 18 – Valores de pH do contra-filé <i>M. Longissimus dorsi</i> (LD) em função dos dias de maturação.	51

Figura 19 – Valores de pH do peixinho <i>M. Supraspinatus</i> em função dos dias de maturação.	52
Figura 20 - Valores da Luminosidade (L*) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos dias de maturação.	53
Figura 21 - Valores da Luminosidade (L*) do <i>Supraspinatus</i> em função dos dias de maturação.	53
Figura 22 - Valores de a* do <i>M. Longissimus dorsi</i> em função dos dias de maturação.	54
Figura 23 - Valores de a* do <i>Supraspinatus</i> em função dos dias de maturação.	54
Figura 24 - Valores de b* do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos dias de maturação.	56
Figura 25 - Valores de b* do Peixinho <i>Supraspinatus</i> em função dos dias de maturação.	57
Figura 26 - Valores da concentração de Vitamina E do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos níveis de concentrado.	58
Figura 27 – Teores de Colesterol do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos níveis de concentrado.	59
Figura 28 - Valores de MS (%) do Patinho em função dos meses de congelamento.	60
Figura 29 - Valores de pH do <i>Quadriceps femuris</i> em função dos meses de congelamento.	61
Figura 30 - Valores de L* do <i>Quadriceps femuris</i> em função dos meses de congelamento.	63
Figura 31 - Valores de a* do <i>Quadriceps femuris</i> em função dos meses de congelamento.	64
Figura 32 - Valores de b* do <i>Quadriceps femuris</i> em função dos meses de congelamento.	64
Figura 33 - Valores de Perda de água por exsudação (PAE) do <i>Quadriceps femuris</i> em função dos meses de congelamento.	66
Figura 34 - Valores da concentração de Vitamina E do <i>Quadriceps femuris</i> em função dos meses de congelamento.	67
Figura 35 – Teores de Colesterol do <i>Quadriceps femuris</i> em função dos meses de congelamento.	68
Figura 36 - Valores de Perda de água por exsudação (PAE) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos meses de congelamento.	70
Figura 37 - Valores de perda de água no cozimento (PAC) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos meses de congelamento.	71
Figura 38 - Valores de Força de Cisalhamento (FC) do <i>Longissimus dorsi</i> em função dos meses de congelamento.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Composição percentual das diferentes rações, na matéria seca.	24
Tabela 02 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e coeficiente de determinação (R^2) para as características de desempenho dos animais submetidos aos diferentes tratamentos.....	37
Tabela 03 – Médias dos valores de pH, temperatura interna (T), parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*), nos diferentes cortes e tratamentos.	39
Tabela 03 – Médias dos valores de pH, parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*), nos diferentes tratamentos e tempos de congelamento.	73

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da suplementação com vitamina E na alimentação de bovinos Nelore, sobre as características químicas e físico-químicas da carne desses animais. Esses estudos compreenderam: i) coleta de dados objetivos da cor de vários cortes cárneos para realização de um banco de dados; ii) estudo das características físico-químicas de cortes do contra filé (traseiro) e do peixinho (dianteiro) frescos e maturados por até 21 dias; iii) e verificação de possíveis alterações das características físico-químicas, inclusive da cor, de pedaços de contra filé e de carne (patinho) moída mantidas a -18°C , durante 6 meses. Foram utilizados 24 novilhos Nelore, com 30 meses e peso médio de 279 kg, confinados, com dieta altamente energética, por 98 dias. 12 animais foram submetidos ao tratamento com 1000 mg de acetato de α -tocoferol, misturados a 100 g de farelo de milho, enquanto a outra metade recebeu apenas 100 g do farelo de milho. Os animais foram abatidos quando a espessura média da gordura atingiu média de 6 mm, medida por ultra-som, entre a 12^a e 13^a costelas. Coletaram-se então diversos cortes de carnes para a determinação das análises já descritas. No contexto atual das pesquisas, pode-se considerar que a suplementação com Vitamina E em bovinos Nelore não apresentou efeito positivo sobre as características químicas e físico-químicas da carne maturada por até 21 dias e congelada por até 6 meses de congelamento.

PALAVRAS-CHAVES: alfa-tocoferol, carne, cor, maciez, bovinos.

ABSTRACT

MEAT QUALITY OF NELLORE BOVINE (*Bos taurus indicus*)

SUPPLEMENTED WITH VITAMIN E.

In general, the modern consumer uses to evaluate the meat quality through its attributes, such as, muscle color, thickness, tenderness and juiciness, among others. Withstanding the efforts done by Animal Science researchers for the last decades, meat quality can be lost during refrigerate or even frozen conservation due to the occurrence of fatty insaturated acid oxidation. An outlet to avoid this situation might be the use of vitamin E, as a diet supplement for animal feed. The objective of this work was to study the effects of diet supplementation with vitamin E on the physical and chemical characteristics of Nellore bovine meat. This study involved: i) objective data acquisition of color parameters of different muscle sections for data base storing; ii) study of the physical and chemical characteristics of the *Longissimus dorsi* and *Quadriceps femuris* muscles fresh and aged for 21 days; iii) and, verification of the possible modifications on the physical and chemical properties, or even color, of the *Longissimus dorsi* and *Quadriceps femuris* muscles grounded and kept at $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 6 months. There were used

24 Nellore steers, with 30 months and 279 of mean live weight, confined and fed with highly energetic diets (73, 79 and 85 % of concentrate) for 98 days. Daily, half of the animals received 100 mg of acetate of α -tocopherol along with 100 g of corn meal, while the other animals were fed only with 100 g of corn meal. The animals were slaughtered when the backfat thickness, within the 12th and 13th ribs, measured by ultrasound, reached 6 mm. Boning and muscle sampling were done 24 hs after slaughter. During this period there were determined the color and pH of various fresh commercial cuts. There were collected 4 *Longissimus dorsi* and *Supraspinatus* steaks of every right half carcass, which were vacuum packed and aged for up to 21 days at 0 °C. Another 7 steaks *Quadriceps femuris* were collected from the left half carcasses, packed and kept frozen for up to 6 months. There were also frozen in the same conditions, grounded samples of *Quadriceps femuris* collected from the left half carcass as well. The meat characteristics followed during aging and freezing were: the dry matter content, pH, water loss by exudation and cooking according to classical methods. The color of the samples was determined by a HunterLab colorimeter, using the CIELab color scale. The tenderness was determined using a WB probe with a texture analyzer TA.XT2, at a rate of 500 mm/min. The samples concentration of vitamin E and cholesterol were determined by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The results were statistically analyzed using the SAS software. In general, it was observed that in spite of the vitamin E concentration in the supplemented samples had been greater than from the control ones, it was not confirmed the protecting effect of this vitamin related

to color or to texture of meat. The results indicated that at the acetate α -tocopherol concentration of the present study, vitamin E supplementation of Nellore bovine did not have influence on the physical and chemical characteristics of meat aged for 21 days and frozen for 6 months.

Keywords: α -tocopherol, antioxidant, bovine, meat, color, tenderness.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o mercado internacional de carnes, como a economia mundial, vêm passando por diversas transformações, alterando os níveis de consumo das diferentes proteínas de origem animal e os fluxos mundiais de comercialização das principais cadeias industriais do setor de carnes.

A erradicação e o controle da febre aftosa e outras doenças, como a BSE (Encefalopatia espongiforme bovina), que hoje são barreiras sanitárias, serão indispensáveis para elevar e manter os níveis de qualidade da carne.

Porém, a definição dos critérios de qualidade da carne não é simples e não se restringe somente à qualidade organoléptica, mas também pela microbiologia, apresentação, modo de produção, entre outros. Entretanto, há um consenso geral, que a qualidade da carne bovina inclui fatores que estão diretamente ligados ao aumento da maciez, da suculência, do sabor e melhora da cor da carne. Assim, na tecnologia de carnes, o termo qualidade tem sentido amplo, associando características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne.

O Brasil possui muito potencial para se tornar um dos maiores exportadores de carne bovina. Entretanto, a produção de carne bovina deve

estar ligada a um produto que o consumidor aprecie, queira comprar e consumir. Dessa forma, qualidade seria o que satisfaz o consumidor e o entusiasmo a adquirir um produto novamente (Felicio, 1997).

Dentre os vários fatores, coloração e estabilidade lipídica são limitantes na qualidade e aceitabilidade da carne e produtos cárneos. A oxidação lipídica, que resulta na produção de radicais livres, podem conduzir à oxidação dos pigmentos da carne e ao início de odores de ranço e sabores indesejáveis. Assim sendo, a estabilidade oxidativa do músculo depende, acima de tudo, do balanço entre oxidantes, tais como, alfa-tocoferol e pró-oxidantes, que incluem a concentração de ácidos graxos polinsaturados e ferro livre no músculo.

Especificamente, no caso de cortes especiais de carne, conservados embalados e em refrigeração, pode ocorrer perda de qualidade do produto devido a alteração da cor da carne (Cross et al., 1986). A descoloração da carne resfriada é consequência de alterações na mioglobina, cujas causas mais comuns são algumas reações de oxidação de lipídeos. Portanto, a palatabilidade e a "vida de prateleira" da carne bovina congelada são limitadas principalmente devido a ocorrência de oxidação lipídica e descoloração de superfície. Nesse caso particular, algumas tecnologias têm sido testadas recentemente, com o propósito de garantir a qualidade da carne bovina durante a estocagem, destacando-se o emprego de vitamina E (α -tocoferol) na alimentação animal pré-abate (Lynch et al., 1999; Dufrasne et al., 2000; Grady et al., 2001; Sullivan et al., 2002), antioxidante que, além

de retardar a oxidação lipídica em carne bovina, pode atuar diminuindo a oxidação da mioglobina.

Dessa forma, pretendeu-se estudar neste projeto, o efeito da suplementação de vitamina E na dieta altamente energética, de bovinos Nelores (*Bos taurus indicus*), sobre as características físico-químicas da carne fresca e maturada e da carne congelada. Especificamente, os objetivos deste trabalho foram: i) coletar dados objetivos da cor de vários cortes cárneos para realização de um banco de dados; ii) estudar a composição química e características físico-químicas de cortes do *Longissimus dorsi* (contra-filé) e do *Supraspinatus* (peixinho) frescos e maturados por até 21 dias; iii) e verificar possíveis alterações das características físico-químicas, destacando-se a cor, no contra filé e *Quadriceps femuris* (patinho) moídos, armazenados a -18°C , durante 6 meses; comparando as carnes provenientes dos animais tratados com vitamina E com as dos animais controles.

2. REVISÃO DE LITERATURA

De modo geral, considera-se produto de qualidade, aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no momento em que for solicitado, às necessidades e aos anseios dos clientes (Tubino, 1997).

As etapas através das quais o consumidor costuma avaliar a qualidade da carne são, por princípio, a cor do músculo e da gordura de cobertura, seguidas por aspectos envolvidos no processamento como perda de líquidos no descongelamento e na cocção, mantendo assim, as características de palatabilidade, suculência e a principal que é a maciez.

No Brasil, a questão da maciez da carne bovina é muito importante. De um rebanho de aproximadamente 170 milhões de cabeças (Anualpec, 2000), mais de 80% é constituído de bovinos com genótipo *Bos taurus indicus*, que pela sua rusticidade e alta resistência à temperatura tropical e aos parasitos, se adaptou muito bem às condições brasileiras de manejo. Entretanto, muito se têm comentado internacionalmente sobre a textura da carne desses animais. Segundo Koohmaraie et al. (1994), a variabilidade na maciez da carne norte-americana tem sido associada às condições ambientais e ao aumento do grau de sangue de animais *Bos taurus indicus*.

Segundo Felício (1997), os dois atributos da qualidade da carne são a qualidade visual, que atrai ou repele o consumidor na hora da compra e a qualidade gustativa, normalmente só percebida após seu preparo. Esses atributos podem sofrer influência de vários fatores, destacando-se os intrínsecos, vinculados ao genótipo dos animais, às condições ambientais, e os fatores extrínsecos, que se confundem com procedimentos técnicos adotados pelos matadouros-frigoríficos (manejo pré e pós-abate) e demais segmentos, até o consumidor final.

O volume de vendas de cortes cárneos especiais tem crescido de maneira significativa nos últimos anos. As vantagens desse comércio são evidentes para o setor produtivo, pois agrega valor ao produto e para o consumidor, pois garante a qualidade do produto.

Desse modo, para a garantia e/ou melhoria da qualidade da carne nacional, será necessário enfrentar desafios, atendendo às exigências dos criadores, superar expectativas e associar atributos de qualidade valorizados pelo consumidor. Para tanto, há necessidade de conhecimento e atuação sistemática sobre os fatores que influenciam a qualidade da carne, principalmente a cor e a maciez.

2.1. Qualidade da carne e da carcaça

2.1.1 pH

A queda do pH após a morte, causada pelo acúmulo de ácido láctico, constitui um dos fatores mais marcantes na transformação do músculo em carne, com decisiva importância na qualidade da carne.

Dessa forma, o declínio do pH e a formação de ligações entre a actina e a miosina resultam em modificações das cargas elétricas e das características das proteínas musculares (Pardi et al., 1995).

Com a morte do animal, ocorre a interrupção da circulação sanguínea e por conseqüência, o transporte de glicose e oxigênio. Porém, devido ao músculo ainda possuir reservas de energia na forma de glicogênio, pode-se manter ainda por algum tempo em estado similar ao que possuía em vida. De acordo com Contreas (1993), devido à deficiência de oxigênio após a morte, a degradação do glicogênio encerra-se com a formação de ácido láctico, que se acumula no músculo, reduzindo o pH de 7,0 no momento do abate, até um pH final de 5,5 à 5,6. Em geral, com o aumento da temperatura no músculo *post mortem*, as taxas de queda de pH no músculo tornam-se aceleradas possivelmente devido às condições que permitem a persistência das atividades enzimáticas (Byrne et al., 2000). No músculo bovino a 30°C, o pH decresce de 7,0 à 5,5 após 15 horas; a 14°C o faz após 22 horas e a 5°C, após 36 à 40 horas (Contreas, 1993).

Immonem et al. (2000) afirmam que a concentração de glicogênio muscular no abate é um dos fatores mais importantes que comprometem a qualidade da carne. Portanto, se as reservas de glicogênio, na hora do abate, forem insuficientes, a queda do pH será comprometida, resultando em valores acima de 6,0 após 24 horas, determinando em cortes escuros e de difícil conservação. Por outro lado, caso a reserva de glicogênio esteja garantida, a queda do pH será normal, atingindo valores da ordem de 5,5 em 24 horas após o abate. Neste caso, a cor da carne não será prejudicada.

2.1.2 Maciez da carne bovina

Lawrie (1977) e Szczesniak (1986) definiram maciez, ou textura de um alimento, como a manifestação de seus elementos estruturais à aparência, à mastigação e resistência à aplicação de uma força.

Coró et al. (1999) afirmaram que a textura é determinante da qualidade e provavelmente a mais importante característica sensorial, quando se consome a carne.

De acordo com Felício (1982), a maciez da carne está definida em duas principais formas: maciez quando se utilizam medidas físicas de resistência da carne cozida submetida à compressão ou ao cisalhamento, e maciez sensorial, quando se utiliza a resistência encontrada na mastigação por degustadores.

Segundo Luchiarri Filho & Moura (1997), a textura é a primeira qualidade avaliada entre diversas outras, quando se mencionam os aspectos qualitativos buscados na produção da carne bovina.

Porém por muitos anos, produziu-se e consumiu-se carne sem preocupação com as funções biológicas do tecido muscular no animal vivo e o quanto elas influenciavam na qualidade da carne. Somente com a compreensão dos eventos bioquímicos que ocorrem no tecido muscular vivo, foi possível saber que a carne, como uma organização completa de músculo esquelético, tecido conjuntivo e gordura, resulta de uma série de reações físico-químicas, que ocorrem no tecido muscular a partir do abate ou mesmo momentos antes, que determinam a qualidade final do produto (Judge et al., 1989).

A textura pode ser explicada pela presença das proteínas do tecido conjuntivo e das miofibrilas. As primeiras são causadoras do aumento da dureza, com o avanço da idade dos animais, devido à formação de pontes cruzadas (covalentes) entre moléculas adjacentes de colágenos, o que confere aumento gradual da estabilidade e resistência à ataques químicos e tratamento térmico (cozimento). Já a textura promovida pelos componentes do arcabouço protéico miofibrilar depende do manuseio da carcaça (Kubota et al., 1993).

Segundo Coró et al. (1999), há indicações que os animais azebuados (*Bos taurus indicus*) além de apresentarem proporcionalmente fibras miofibrilares maiores, contêm pontes cruzadas mais evidenciadas em relação à carne originária de animais taurinos (*Bos taurus taurus*), comprometendo, dessa forma, a textura da carne.

Durante muitas décadas, pesquisadores trabalharam com o intuito de identificar os mecanismos que interferem na maciez, durante o período *post mortem*.

Estudos conduzidos por Koohmaraie et al. (1996), criaram a hipótese que a diferença na taxa e extensão da maciez *post mortem* é responsável pela variação na maciez da carne.

Após o abate, miosina e actina interagem, através de ligações, até que se esgotem as reservas de ATP (Judge et al., 1989). Atualmente, pode-se considerar que existem níveis intermediários de interações miosina-actina e que o amaciamento da carne, após a resolução do *rigor mortis*, seria

provocado por enzimas proteolíticas do músculo, especificamente μ -calpaína, que se associa às proteínas miofibrilares (Goll et al., 1992).

Dessa forma, é provável que a maciez da carne, no momento da resolução do *rigor mortis*, seja resultado da ação proteolítica da μ -calpaína, iniciada no momento do abate (Koochmaraie, 1996).

2.1.2.1 Maturação

Uma técnica normalmente usada para garantir, ou melhorar, a textura da carne é a maturação. Segundo Pardi et al. (1995), além do amaciamento, o processo de maturação exerce importante influência em outras propriedades organolépticas da carne, como o sabor, influenciando acentuadamente sua palatabilidade.

De acordo com Judge et al. (1989) a maturação é uma modalidade de conservação, que consiste na estocagem de cortes cárneos por um período de 15 a 21 dias, em temperatura acima do ponto de congelamento da carne, ou seja, ao redor de 2°C. Porém, a maturação é um fenômeno complexo que ocorre a partir da resolução da rigidez cadavérica, e que se prolonga durante a estocagem refrigerada, envolvendo um conjunto enzimático, com destaque para a calpaína (cálcio dependente, responsável pelo amaciamento) e a calpastatina (inibidora da calpaína) (Rubensam et al., 1998). Esse processo é influenciado por muitas variáveis, tais como a espécie e raça do animal, velocidade de glicólise, quantidade e solubilidade do colágeno, comprimento do sarcômero das miofibrilas, força iônica e degradação das proteínas miofibrilares (Felício, 1997).

Em princípio, a maturação pode incrementar a maciez da carne, devido à ação de enzimas, como a calpaína, que hidrolizam as proteínas da linha Z e M nas miofibrilas. Entretanto, os animais zebuínos apresentam uma elevada atividade de calpastatina, que é uma enzima inibidora da calpaína, impedindo portanto, sua ação proteolítica durante a maturação da carne (Rubensam et al.,1998). Em experimento realizado pelo mesmo autor, não se detectou diferença na atividade de calpastatina entre os grupos de animais Polled Hereford, $\frac{3}{4}$ Hereford x $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{5}{8}$ Hereford x $\frac{3}{8}$ Nelore após 10 dias de maturação, mas notou-se tendência de aumento da calpastatina com a maior participação do genótipo *Bos indicus*.

Crouse et al. (1989) realizaram experimento com porcentagens de 0, 25, 75 e 100% de animais da raça *Bos taurus indicus* e demonstraram que, à medida que se aumentavam os grau de sangue zebuínos nos cruzamentos, aumentava a força de cisalhamento. Deste modo, esses autores concluíram que a variação da maciez da carne foi independente do meio ambiente, responsabilizando o aumento do genótipo zebuíno pela redução da maciez da carne. Posteriormente, resultados semelhantes também foram encontrados por Pringle et al. (1997).

Boakye & Mittal (1996) determinaram efeitos da velocidade de resfriamento, tempo de maturação, cobertura de gordura e da embalagem vácuo na coloração do músculo *Longissimus dorsi*. O tempo de maturação influenciou significativamente todos os parâmetros de cor, velocidade de resfriamento e espessura da gordura de cobertura.

Hager (2000), avaliou a carne de novilhos Angus e zebuínos, maturada por até 35 dias a 4°C e observou que as carnes dos zebuínos eram menos macias nos dias 1 e 7 de maturação, enquanto a carne dos animais Angus alcançou a maciez máxima após 7 dias.

2.1.2.2 Gordura Subcutânea e Gordura Intramuscular (marmoreio)

Por muitos anos, vários fatores, incluindo quantidade e solubilidade de tecido conjuntivo, gordura subcutânea e gordura intramuscular (marmoreio) têm sido associados com maciez.

Estudos têm demonstrado a preferência do consumidor por carnes mais macias, embora os aspectos de qualidade visual da carne crua como cor do músculo e da gordura, marmoreio, firmeza do tecido muscular e textura visual sejam determinantes na hora da compra (Felício, 1995; Miller, 1997; Warkup, 1997).

A gordura intramuscular e a gordura subcutânea são fatores importantes para a textura da carne. O marmoreio favorece a mastigação, devido à ação lubrificante das gorduras, enquanto que a gordura subcutânea é importante como isolante térmico da carcaça, minimizando o encurtamento das fibras causadas pelas baixas temperaturas das câmaras frias.

Felício (1982), trabalhando com três grupos de carcaças de diferentes maturidades, não encontrou diferenças significativas entre os grupos na força de cisalhamento (WB) ou na avaliação organoléptica dos bifes de contra-filé, sendo possível que, qualquer vantagem do grupo mais jovem

tenha se perdido em decorrência da falta de acabamento das carcaças deste mesmo grupo.

Felício (1993) relatou que a espessura de gordura subcutânea é um importante indicador de qualidade, pois pode influenciar diretamente a velocidade de resfriamento da carcaça, devido ao caráter “isolante térmico” da gordura. O resfriamento rápido da carcaça, pode induzir a uma rápida queda de temperatura na superfície do músculo, resultando em encurtamento pelo frio e conseqüente influência negativa na maciez da carne (Byrne et al., 2000).

Koohmaraie et al. (1993) relataram que a gordura intramuscular (marmoreio), contribuía em apenas 5% na variação da textura da carne bovina, e que os sistemas de classificação deveriam ser baseados na própria maciez, ou seja, em força de cisalhamento da carne assada logo após o resfriamento.

Em pesquisas conduzidas por Koohmaraie et al. (1994), observaram que a gordura intramuscular estava associada a 20% da variação na maciez da carne. Entretanto, Blumer (1963) descreveram evidências de que o teor de gordura intramuscular contribuía somente com 7 a 11% na variação da maciez, avaliada através de painel sensorial. Porém, por contribuir com a palatabilidade geral da carne, a gordura intramuscular tornou-se um importante parâmetro para a classificação de carcaças, como ocorre no sistema norte-americano (Judge et al., 1989; Koohmaraie et al., 1997).

Considerando que nenhum trabalho foi encontrado sobre o efeito da suplementação de vitamina E na textura da carne de bovinos Nelore, essa característica não deve ser negligenciada.

2.1.2.3 Dietas com altos níveis de concentrado

Segundo Bowling et al. (1977), a terminação de animais com dietas a base de grãos, portanto com alta energia, pode contribuir para a maciez da carne, pois pode aumentar a deposição de gordura subcutânea e intramuscular.

Segundo Bulle et al. (2000) a prática do fornecimento de dietas com altos níveis de concentrados é caracterizada por rápido ganho de peso, alta eficiência alimentar e conseqüentemente, uma redução do tempo para terminação e abate, menor mão-de-obra e maior uniformidade do produto final.

Myers et al. (1999) trabalhando com animais Simental, Angus e Wagyu, constataram que à medida que aumentavam os níveis de concentrado na dieta, o ganho em peso aumentava, assim como a eficiência e qualidade da carne. Ainda, de acordo com os autores, bovinos alimentados com altos níveis de concentrado, geralmente proporcionavam carnes mais macias, com melhor sabor e aroma que bovinos alimentados somente à pasto.

Harrison et al. (1978) avaliaram as características de carcaça de 38 novilhos separados em quatro diferentes tratamentos, que variaram em períodos de confinamento e quantidade de energia na ração. Não foram

encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, porém esses autores notaram tendência de maior maciez para os animais alimentados por maior período com a ração mais energética.

Bartle e Preston (1992) e Bartle et al. (1994) estudaram o efeito de diferentes níveis de volumoso sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos. Os animais alimentados com restrição de volumoso ingeriram menos alimentos, tiveram o mesmo ganho e tenderam a ser mais eficientes em relação ao grupo alimentado com 10% de volumoso. As carcaças tiveram o mesmo ganho e tenderam a ser mais eficientes em relação ao grupo alimentado com 10% de volumoso. As carcaças tiveram melhor avaliação e os custos com alimentação foram reduzidos, melhorando também a eficiência, diminuindo o desperdício de alimentos, melhorando a qualidade da carcaça desses animais.

Ainda segundo Vestergaard et al. (2000), animais terminados com dietas de alto concentrado apresentaram carne mais macia, devido a maior deposição de gordura subcutânea e intramuscular, favorecendo dessa forma, a maciez da carne desses animais.

2.1.3 Cor da carne

No momento de compra pelo consumidor, o atributo que mais impressiona é, sem dúvida nenhuma, a cor da carne (e da gordura) (Cross et al., 1986). A cor da carne bovina aceitável pelos consumidores é vermelha cereja brilhante, porém possui curta vida útil (Luchiari Filho, 2000).

Isto é especialmente verdadeiro em cortes de carne vermelha em que a perda da cor na superfície é inevitável. Dessa forma, essa descoloração é

interpretada como indicação de carne não saudável, freqüentemente discriminada pelos consumidores.

A cor dos diversos cortes de carne são diferentes, isto é, pode ser mais clara ou escura. Essas diferenças de coloração ocorrem, entre outros fatores, porque os cortes têm diferentes concentrações de mioglobina. Além disso, a estrutura e textura dos músculos influenciam na reflexão e absorção da luz, contribuindo com as diferenças visuais nas cores de diversos cortes de carnes (Juge et al., 1989).

A coloração da carne, resultante da presença de vários pigmentos, pode ser influenciada por fatores biológicos, como pH do músculo, temperatura muscular, umidade relativa, condições visuais, como iluminação e raios ultravioletas e contaminação bacteriana (Cichoski et al., 1996). A cor da carne pode variar ainda, em função do manejo pré-abate. Caso o animal esteja muito estressado momentos antes do abate, haverá consumo excessivo do glicogênio muscular, o que acarretará uma pequena queda do pH *post mortem* dos músculos, possivelmente resultando em pH acima de 6,6. Sabe-se que, neste caso, a carne terá uma coloração escura (Gasperlin et al., 2000). Essa anomalia é conhecida como "dark cutting beef" (DFD).

A química da cor da carne envolve os pigmentos heme, especificamente o pigmento mioglobina (Judge et al., 1989).

A mioglobina, que é similar em estrutura à hemoglobina, porém de maior peso molecular, é formada por uma proteína globular e uma porção não protéica, denominada grupo heme. A porção heme do pigmento, é de interesse tecnológico, porque a cor da carne é fortemente dependente do

estado de oxidação do ferro presente neste grupo. Quando o ferro estiver associado à uma molécula de oxigênio, a carne apresentará coloração vermelho brilhante e o pigmento é chamado de oximioglobina. Quando associado a uma molécula de água, a cor será vermelha púrpura, por causa da mioglobina reduzida. Assim, quando houver associação com a molécula de dióxido de carbono, ou mesmo, quando houver oxidação do ferro, a cor da carne será marrom, devido à formação da metamioglobina. A conversão da forma ferrosa na forma férrica resulta em oxidação (Cross et al., 1986; Hedrick et al., 1993).

Normalmente, a superfície da carne exposta é vermelha brilhante porque a mioglobina está oxigenada. Mas, pode ocorrer deterioração dessa cor durante o armazenamento e exposição, devido à oxidação de pigmentos e/ou mesmo de lipídeos, entre outros motivos. Radicais livres produzidos durante a oxidação de lipídeos podem alterar a química do grupo heme e iniciar a oxidação da mioglobina, provocando a perda de cor da carne (Lynch et al., 1999).

Uma alternativa estudada recentemente, na tentativa de se evitar a oxidação de lipídeos na carne, é a utilização da vitamina E na suplementação de bovinos destinados ao abate (Bustabad, 1999; Lynch et al., 1999; Dufrasne et al., 2000).

De acordo com Liu et al. (1995), um arranjo diverso de moléculas peroxidantes (íons férricos e espécies de oxigênio reativo, tais como ânions superóxidos, peróxido de hidrogênio e radicais hidroxilas) poderia iniciar o processo de oxidação. Estas espécies oxidantes poderiam interagir

diretamente com o íon ferroso, ou causar a formação de radicais lipídicos e peróxidos, podendo oxidar o íon ferroso.

A oxidação lipídica é um processo de degradação que resulta em rancidez da carne. Portanto, é uma das causadoras primárias da deterioração da cor, da textura e do sabor da carne fresca, congelada e cozida. A deterioração da cor está diretamente relacionada com a oxidação do pigmento, porém esta associação não está muito esclarecida. Em relação à cor da carne, pode ser que espécies radicais produzidas durante a oxidação lipídica atuem diretamente, resultando em oxidação do pigmento, e/ou diretamente, danificando os sistemas de redução do pigmento (Liu et al., 1995).

Segundo Hatfield et al. (1999), a Vitamina E pode prevenir a degradação peroxidativa de gorduras das células animais e a formação de radicais livres.

Em trabalhos conduzidos por Augustini et al. (1998) e denHertogmeichke et al. (1997), o uso de vitamina E na suplementação de bovinos apresentou efeito positivo na qualidade da carne, garantindo estabilidade da coloração da carne resfriada, retardando a oxidação da gordura, melhorando a capacidade de retenção de água e reduzindo as perdas por gotejamento.

Segundo Lynch et al. (1999), a suplementação da dieta de bovinos com α -tocoferol (vitamina E) aumentou os níveis de α -tocoferol nos músculos *Longissimus dorsi*, *Gluteus medius* e *Psoas major*, melhorando a coloração e a estabilidade oxidativa dos cortes cárneos *in natura*,

congelados e acondicionados à vácuo, demonstrando que a estabilidade lipídica e da oximioglobina, tornaram-se elevadas em carnes que continham alta concentração de antioxidantes.

Houben et al. (2000) estudaram o efeito da adição de vitamina E na dieta de bovinos, sobre a estabilidade da cor e a oxidação lipídica da carne moída e embalada em bandeja, envolvida com plástico permeável ao oxigênio e com atmosfera modificada, armazenados com iluminação controlada, a 7°C, durante 10 dias. Segundo os autores, um painel sensorial considerou a cor do bife de contra-filé e da carne moída, de animais suplementados com vitamina E, mais atrativa que dos animais controle, independentemente da embalagem. Um estudo similar foi realizado por Formanek et al. (1998), que observaram que a suplementação de vitamina E combinada com embalagem a vácuo e com atmosfera modificada, garantiram a estabilidade da cor da carne moída refrigerada a 4°C e com iluminação controlada, durante 6 dias.

Dufasne et al. (2000) avaliaram o efeito da suplementação de vitamina E na dieta de bovinos Belgian Blue sobre a oxidação de lipídeos e cor músculo *Longissimus thoracis* armazenado a 4°C por até 14 dias, com iluminação controlada. Os autores observaram que o nível de α -tocoferol no músculo dobrou em relação ao controle, provocando supressão na oxidação de lipídeos, mas sem afetar significativamente a cor do músculo, apesar do valor superior do croma a* (índice do vermelho).

Posteriormente, Grady et al. (2001) suplementaram animais cruzados Charolês, Limousin e Simental, 55 dias antes do abate com 300 U.I. de

acetato de α -tocoferyl na dieta, e retiraram amostras do músculo *Longissimus dorsi*. Após as análises da concentração de α -tocoferol no plasma e no músculo, observaram menor suscetibilidade do tecido muscular à oxidação lipídica e à oxidação da mioglobina na carne dos animais suplementados com vitamina E. Também Formanek et al. (2001) suplementaram novilhos leiteiros com 2000 U.I., 50 dias antes do abate. Os autores retiraram amostras do músculo *Semimembranosus*, moeram e armazenaram a 4°C por até 8 dias, com iluminação controlada e observaram melhora da estabilidade oxidativa e da cor no músculo dos animais tratados com vitamina E.

Todavia, Gatellier et al. (2001) observaram efeito positivo, mas não significativo, sobre a descoloração da carne de animais Charolês suplementados com 1.000 mg de α -tocoferol, durante 111 dias antes do abate, realizada por avaliação visual de amostras do *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii* combinadas com embalagem à vácuo e refrigeradas a 8°C, com iluminação controlada durante 13 dias. Ainda, Segundo Hedrick et al. (1993), o congelamento pode manter o produto com qualidade aceitável, por vários meses, se forem tomadas algumas precauções, dentre as quais, o emprego de embalagens impermeáveis ao vapor de água e ao oxigênio. Mesmo em temperaturas de congelamento, a oxidação de lipídeos é factível, logo, pode-se presumir que a cor da carne será afetada.

Por outro lado, a reação de oxidação da mioglobina em metamioglobina pode ocorrer em temperatura de congelamento, com temperatura máxima de -12°C (Daudin, 1988). Ainda, segundo o autor, a

mioglobina de bovinos adultos é mais resistente ao congelamento que a mioglobina de novilhos, constituindo-se no principal fator limitante da conservação da carne desses animais jovens.

2.2 Vitamina E

A Vitamina E foi descoberta em 1922 e isolada em 1936. Sua estrutura foi determinada em 1938 e a síntese foi concluída nesse mesmo ano. Os compostos de Vit. E são lipossolúveis, portanto insolúveis em ambiente aquoso (Combs, 1998).

A vitamina E tem sido reconhecida como um nutriente essencial para o crescimento e saúde de todas as espécies animais (Liu et al., 1995; Hill et al., 1995). Está envolvida em morte e reabsorção fetal, miopatia nutricional, degeneração da retina, hemólise de eritrócitos, biossíntese de prostaglandina e resposta de linfócitos T e B. Isso deve-se principalmente a função de antioxidante em sistemas biológicos. Radicais livres são neutralizados pelo α -tocoferol antes que a oxidação se propague entre ácidos graxos altamente insaturados em membranas celulares e subcelulares. O anel cromanol do α -tocoferol é colocado entre os grupos dos fosfolípidos e a cadeia lateral fitol interage com as cadeias de ácidos graxos insaturados dos fosfolípidos através de interações de "Van der Waals" no interior da membrana (Liu et al., 1995).

De acordo com Buckley et al. (1995), esta localização específica do α -tocoferol na membrana e a mobilidade lateral da molécula, permitem maior proteção de ácidos graxos polinsaturados altamente suscetíveis a

peroxidação por espécies reativas de oxigênio produzidas pelas enzimas ligadas às membranas adjacentes.

2.2.1 Fontes de Vitamina E

Segundo McDowell (1996), a vitamina E é sintetizada e encontrada primariamente nas plantas. Os óleos encontrados nas plantas constituem um fonte rica de vitamina E. Todas as plantas contêm α -tocoferol em suas folhas e em outras partes verdes. Devido ao fato do α -tocoferol estar contido em grande parte nos cloroplastos das células das plantas, as plantas verdes contêm mais vitamina E do que as plantas amarelas. Ainda de acordo com o mesmo autor, as principais fontes na dieta para humanos e animais são os óleos vegetais e, em extensão menor, em sementes e cereais.

Alimentos processados podem ter o conteúdo de vitamina E reduzido, especialmente quando expostos à peroxidação lipídica, formada durante o desenvolvimento da rancificação oxidativa das gorduras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), da USP, em Pirassununga – SP. Os animais foram confinados em instalações do Departamento de Zootecnia e abatidos no Matadouro-Escola da PCAPS-USP. As características das carnes foram analisadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Zootecnia da FZEA e no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Ciências dos Alimentos da UNICAMP em Campinas.

3.1 Animais

Foram utilizados 24 animais machos castrados, da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), com idade média de 30 meses e com peso médio, ao início do período experimental, de 279 kg. 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 (Figura 01).



Figura 01 – Animais da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) utilizados no experimento.

3.2 Alimentação

Os animais receberam uma dieta contendo 73, 79 ou 85% de concentrado. Como fonte de volumoso foi utilizado bagaço de cana-de-açúcar *in natura*.

Para cálculo das exigências nutricionais foi utilizado o *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* – CNCPS (Fox et al., 1992), de modo a atender à exigência de proteína bruta metabolizável, bem como a exigência de peptídeos das bactérias ruminais (Tabela 01).

Tabela 01 – Composição percentual das diferentes rações, na matéria seca.

Ingredientes	Níveis de Concentrado		
	85%	79%	73%
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 <i>in natura</i>	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, % ¹	74,5	71,4	68,3

1 - Estimado através de fórmula de Weiss et al. (1992).

Diariamente foram coletadas e pesadas as sobras de alimento e duas vezes por semana era determinada a matéria seca (MS) das sobras. Semanalmente, a quantidade de alimento fornecida era ajustada, com base no consumo da semana anterior. As pesagens dos animais foram realizadas à cada 28 dias após um jejum completo de 18 horas. À partir desses dados foram calculados os dados de desempenho, ganho médio diário (GMD), matéria seca ingerida (MSI), matéria seca ingerida/100kg de peso vivo (MSI100), matéria seca ingerida/kg de peso metabólico (MSIPM) e eficiência alimentar (EA).

3.2.1 Suplementação dos animais com Vitamina E

Metade dos animais foram suplementados com 1.000 mg de vitamina E (acetato de α -tocoferol - Lutavit[®] E 50 - BASF) e um grupo controle (sem suplementação com vitamina E).

Diariamente, após a retirada da sobra e antes do fornecimento da ração, doze animais receberam 1000 mg de acetato de α -tocoferol, misturados à 100 g de fubá de milho extra fino, enquanto a outra metade dos animais recebeu apenas 100 g do fubá de milho extra fino, constituindo o grupo controle.

3.3 Abate dos Animais

Os animais foram abatidos de acordo com os padrões adotados pelo Matadouro-Escola da Prefeitura do Campus de Pirassununga (PCAPS). Após a limpeza das meias carcaças, as mesmas foram mantidas em câmara frigorífica, a 0-1°C, para instalação e resolução do *rigor mortis*.

Uma hora após o abate foram determinados o pH (pH1h) e a temperatura (T1h) no *Longissimus dorsi* da meia carcaça direita, na altura da 12ª costela, usando-se um termômetro e peagâmetro digital, com sondas de penetração (mod. HI8314, marca Hanna Instruments). Essas medidas (pH24h, T24h) foram repetidas após 24 h de resfriamento das carcaças.

Após 24 horas na câmara de resfriamento, realizou-se a desossa das meias carcaças, para avaliações e coletas de cortes de carnes.

3.4 Coleta de dados de cor de diversos cortes de carne fresca

Durante a desossa das meias carcaças direitas foram realizadas análises do pH e da cor de alguns cortes, para elaboração de um banco de dados e verificação das diferenças de cor devido à estrutura do músculo. Em alguns músculos foi realizada a medida da cor de um corte interno (1), ou corte superficial (2), e ainda, da superfície da gordura subcutânea (3).

Os cortes de interesse e as análises realizadas foram as seguintes: contra-filé (1,3), filé (2), miolo da alcatra (1,3), maminha (2), picanha (2,3), patinho (1), coxão duro (1), coxão mole (1), lagarto (1,3), peixinho (1) e miolo da paleta (1). A cor dos cortes foi determinada com o auxílio de um colorímetro portátil (mod. MiniScan XE, marca Hunter Lab), com fonte de luz D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 30 mm, usando-se a escala L^* , a^* , b^* do sistema CIELab, onde o L^* é o croma associado à luminosidade ($L^* = 0$ preto, 100 branco), a^* é o croma que varia do verde (-) ao vermelho (+); e b^* , que varia do azul (-) ao amarelo (+) (Houben et al., 2000). A calibração do aparelho foi realizada antes da leitura das amostras, com um padrão branco e outro preto.

As amostras foram deixadas em repouso, com a superfície exposta ao ambiente, por 30 minutos, para oxigenação da mioglobina (Abularach et al., 1998). As medidas foram realizadas em três regiões diferentes, na superfície de interesse, tomando-se a média como valor determinado (Figura 02).



Figura 02 - Determinação da cor dos cortes de carne fresca através do colorímetro portátil.

3.5 Características físico-químicas da carne maturada

Ainda na desossa, foram coletados, da meia carcaça direita, 4 bifes de 2,5 cm de espessura do *Longissimus dorsi*, à partir da 13^a costela em direção cranial, e do *Supraspinatus*. Esses bifes foram identificados individualmente, embalados à vácuo (embaladora Selovac MI60) em filme flexível de alta barreira, Polyfilm[®], específico para maturação de carnes, e armazenados na câmara frigorífica do Matadouro-Escola, entre 0 e 1°C, por 1, 7, 14 ou 21 dias. Após o período de maturação estipulado para cada amostra, as mesmas foram colocadas em túnel de congelamento a -25°C, durante 24 horas, sendo em seguida, transferidas para um freezer doméstico a -18°C. As amostras de contra-filé e peixinho foram retiradas mensalmente para a realização das seguintes análises: pH e cor, como descrito anteriormente, matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), perda de água por

exsudação (PAE), perda de água na cocção (PAC) e força de cisalhamento (WB), vitamina E e colesterol.

As análises de matéria seca, extrato etéreo, vitamina E e colesterol foram realizadas somente no dia 1 de maturação e no corte do músculo *Longissimus dorsi*.

Para a determinação da vitamina E e colesterol, 10 g de amostras foram moídas em liquidificador doméstico, retirados os excessos de gordura, identificadas, embaladas individualmente, congeladas em nitrogênio líquido (-180°C), e a seguir transferidas para um freezer doméstico (-18°C). Posteriormente, as amostras foram transportadas ao local das análises (Laboratório de Análises de Alimentos da UNICAMP - Campinas) em caixas de isopor e transferidos para um freezer doméstico até o momento das análises.

3.5.1 Matéria Seca

Uma alíquota, retirada de cada bife do *Longissimus dorsi* maturado até 21 dias foi pesada ($\pm 10\text{g}$) em cadinhos previamente tarados, em balança analítica (mod.SA210, marca Scientech) e colocada em estufa à vácuo a 95°C por 48 horas, para desidratação. O peso final foi determinado na mesma balança. O cálculo da matéria seca, foi expresso em porcentagem (AOAC, 1997).

3.5.2 Perda de água por exsudação

Inicialmente, calculou-se com o restante de cada bife (contra-filé e peixinho) a perda de água por exsudação [$\text{PAE} = \text{Pe}/(\text{Pb} + \text{Pe})$], através da

pesagem do bife (Pb) e do exsudado (Pe), cuidadosamente transferidos para um béquer. Os valores foram expressos em porcentagem.

3.5.3 Perda de água no cozimento

A seguir, cada bife foi utilizado para os testes de PAC e maciez, que foram realizados segundo metodologia proposta por Koohmaraie et al. (1994). Inicialmente, os bifos (Pi) foram pesados ($\pm 0,01$ g), em papel alumínio previamente tarado, em uma balança semi-analítica (modelo A2000, marca Marte), e colocados cada qual em uma forma pequena de alumínio em forno elétrico (mod. Luxo 2.4 Classic, marca Layr) à temperatura de 170°C e à uma distância de aproximadamente 21 cm da resistência superior. A temperatura interna (aproximadamente centro geométrico) dos bifos foi acompanhada com um termômetro digital (modelo Th1200C, marca Haenni) com sonda (fina) metálica de perfuração. Quando essa temperatura alcançou cerca de 45°C, os bifos foram revirados, para que a outra superfície fosse assada. Os bifos foram retirados do forno quando a temperatura interna atingiu 72°C, e pesados (Pf) na mesma balança com papel alumínio previamente tarado. A perda de água no cozimento (PAC) foi determinada pela diferença de peso antes e depois do cozimento [PAC= (Pi-Pf)/Pi], expressa em %.

3.5.4 Textura

Após o cozimento, os bifés foram deixados à temperatura ambiente (sala climatizada a $\pm 21^{\circ}\text{C}$) por 2 horas, aproximadamente, a fim de resfriarem. Em seguida, foram retirados 6 cilindros, de aproximadamente treze milímetros de diâmetro, no sentido das fibras, de cada bife, com auxílio de um vazador manual. Esses cilindros foram cisalhados com uma sonda Warner Bratzler, a 500 mm/min (Figura 03). Esses testes foram realizados com um Texturômetro (mod. TA.XT2i, marca SMS). A força de cisalhamento foi determinada diretamente das curvas de força em função da deformação, como a força máxima, com o emprego do programa *Texture Expert V. 1.15* (SMS) e calculada como a média das 6 medidas obtidas.



Figura 03 - Texturômetro para análises de maciez dos cortes de contra-filé e peixinho maturados e congelados.

3.5.5 Vitamina E e Colesterol

Para a extração das amostras foram utilizados etanol 96% (MERCK, Brasil), água purificada no sistema Milli-Q (MILLIPORE), e hexano (85% n-hexano) Mallinckrodt Chroma AR[®] HPLC. As fases móveis consistiram de hexano (99%), já descrito acima, e Isopropyl Alcohol (2-propanol, isopropanol) (1%) para análise em HPLC/Spectro, marca TEDIA. As fases móveis foram filtradas em filtros Milli-Q (MILLIPORE) com poros de 0,45 µm de diâmetro e degaseificados em ultra-som antes do uso.

Durante o processo de extração foram utilizados agitador de tubos marca AP 56 Phoenix e centrífuga HARRIER 18/80 refrigerada MSE, marca SANYO.

O equipamento para a determinação de vitamina E e colesterol foi um cromatógrafo líquido HP (HELWETT PACKARD) série 050, com bomba isocrática com rhedyone, com capacidade de 20 µl de "looping" e detectores de arranjo de diodos (UV-Visível), que permitiram a detecção simultânea em vários comprimentos de onda. Todo o sistema foi controlado pelo programa *CHEMSTATION-HP*, que gerenciou também o sistema de aquisição e tratamento dos dados (Figura 04).

Para a separação das vitaminas foi utilizada uma coluna cromatográfica Microsorb-MV, sílica, ODS-2, 5 µl, 150 mm X 4,6 mm d.i. (Raimin Instrument Company).

Para as análises de vitamina E e colesterol foram tomadas amostras do contra-filé de 6 animais suplementados com vitamina E e 6 animais controle, totalizando 12 animais, no dia 1 de maturação.

As amostras foram previamente trituradas em processador de alimentos e pesados ± 2 g, em balança analítica (mod. SA210, marca Scientech). Em seguida, foram adicionados 8 ml de isopropanol, homogeneizadas durante 30 segundos, adicionou-se 10 ml de água destilada, homogeneização durante 15 segundos e finalmente adicionou-se 8 ml de hexano, homogeneização durante 15 segundos. Posteriormente, as amostras foram transferidas para centrífuga refrigerada por 10 minutos, 1.500 rpm, a 6°C, de acordo com a metodologia descrita por Katsanidis et al. (1999). A seguir, foi realizada a etapa de filtração do sobrenadante utilizando-se filtros individuais millex (MILLIPORE) com membrana PTFE modificada, para filtração de solventes orgânicos e aquosos e o extrato foi injetado no cromatógrafo (20 μ l). Todas as determinações foram realizadas em duplicatas.

Foi utilizado o sistema isocrático, com vazão de 1,3 ml/min. A corrida cromatográfica durou 3,5 minutos para a vitamina E e aproximadamente 7,1 minutos para os picos de colesterol. Espectros de absorvância foram obtidos 295 nm para a identificação da vitamina E, e para o colesterol foram utilizados 210 nm.

As identificações foram realizadas por comparação entre os tempos de retenção, obtidos com padrões analisados nas mesmas condições, por co-cromatografia e através dos espectros obtidos com a utilização do

detector de arranjo de diodos e fluorescência. A quantificação foi realizada por padronização externa, construídas as curvas analíticas com 5 níveis de concentração; cada ponto representado pela média de duas determinações. Para a vitamina E foi utilizado o padrão vitamina E Sigma[®] T325, com 95% de pureza e para o colesterol, Sigma[®] C-8667, com 99% de pureza. Foram utilizadas as seguintes concentrações: 0,514; 1,285; 2,57; 3,855; 5,14 $\mu\text{g/ml}$ e para a curva padrão do colesterol: 0,075; 0,15; 0,3; 0,4 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$, respectivamente para as análises de vitamina E e colesterol.



Figura 04 – Cromatógrafo líquido de alta eficiência utilizado nas análises de vitamina E e colesterol.

3.6 Características da carne descongelada

3.6.1 Contra- filé

Para as análises do contra-filé, retiraram-se de cada meia carcaça esquerda, 7 bifos do músculo *Longissimus dorsi* a partir da 11^a costela, de

aproximadamente 2,5 cm de espessura. Os bifes foram embalados à vácuo (Selovac MI60), individualmente, em sacos de polietileno (alta barreira ao vapor de água, permeável ao oxigênio) (Figura 05). As amostras foram congeladas em túnel de congelamento (-25°C), por 24 horas, sendo em seguida, armazenadas em um freezer doméstico (-18°C). Foram coletadas, para análises, em 0, 30, 60, 90, 120, 150 ou 180 dias, totalizando 6 meses. Antes das análises, as amostras eram mantidas em geladeira por 24 horas, para descongelamento. Em seguida, eram transferidas para a bancada do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, para que atingissem a temperatura ambiente ($\pm 21^{\circ}\text{C}$). Inicialmente, calculou-se a PAE, conforme descrito anteriormente. Para a determinação da textura, os bifes foram previamente cozidos, de acordo com a metodologia de Koohmaraie et al. (1994), permitindo o cálculo da perda de água no cozimento (PAC).

Realizaram-se ainda, análises de pH e da cor dos bifes coletados nos dias 0 e 180, cujas metodologias já mencionadas.



Figura 05 - Amostras de contra-filé embaladas à vácuo em sacos de polietileno.

3.6.2 Patinho

Para as análises do patinho (*Quadriceps femuris*), 7 pedaços de 2 kg, foram moídos (moedor piloto do Matadouro-Escola, ME) e embalados individualmente (da mesma maneira que os bifes de contra-filé). As amostras foram congeladas em túnel de congelamento (-25°C), por 24 horas e posteriormente, armazenadas em um freezer doméstico (-18°C). Amostras foram coletadas, para análises, em 0, 30, 60, 90, 120, 150 ou 180 dias, totalizando 6 meses.

Antes das análises, as amostras eram retiradas do freezer e mantidas em geladeira por 24 horas, para descongelamento. Em seguida, as amostras foram transferidas para a bancada do Laboratório para que atingissem a temperatura ambiente ($\pm 21^{\circ}\text{C}$).

Realizaram-se análises de pH, cor (L^* , a^* , b^*), perda de água por exsudação (PAE) e matéria seca (MS) das amostras. Essas análises foram realizadas segundo metodologias já descritas. Ainda, para a análise de cor do patinho, individualmente, cada amostra de carne moída foi colocada em placa de Petri, homogeneizada com uma colher e retirados os excessos de gordura, a fim de uniformizar a superfície de cada amostra para a posterior análise.

Além disso, foram realizadas análises de vitamina E e colesterol em 0, 2, 4 e 6 meses de congelamento, já descritas anteriormente para as carnes maturadas de 6 animais suplementados com vitamina E e 6 animais do grupo controle.

3.7 Análise Estatística

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado. As análises estatísticas foram realizadas através do procedimento GLM do SAS (1989) e as diferenças entre as médias comparadas através do teste de Tukey.

As medidas repetidas no tempo (experimentos com carnes maturadas e congeladas) foram analisadas como medidas repetidas no tempo (Crowder e Hand, 1990).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de desempenho dos animais

Os resultados obtidos das características de desempenho dos animais estão apresentados na tabela 02. O desempenho dos animais foi elevado, com as taxas de ganho de peso mantidas ao longo do experimento, até 8 mm de gordura.

Tabela 02 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e coeficiente de determinação (R^2) para as características de desempenho dos animais submetidos aos diferentes tratamentos.

Características	Níveis de concentrado				
	85%	79%	73%	CV	R^2
Peso médio inicial, kg	277	279	281	9,3	
Peso médio final, kg	423	424	416	7,4	
Ganho Médio Diário, kg	1,506	1,490	1,383	9,0	
Matéria seca ingerida, kg	8,32	7,91	7,54	8,8	22,07
Matéria seca ingerida/100 kg Peso vivo, kg	2,44	2,29	2,22	5,6	37,22
Matéria seca ingerida/kg Peso metabólico, g	104,7	98,7	95,2	5,8	37,07
Eficiência alimentar, (kg GPV/kg MSI)	0,190	0,183	0,183	7,2	
Peso de carcaça quente, kg	247,0	246,6	235,7	6,8	
Rendimento de carcaça, %	58,3	58,2	56,7	2,1	23,85
Gordura renal e pélvica, kg	8,5	8,4	7,8	20,6	
Peso do fígado, kg	5,1	4,7	4,5	10,1	21,78
Área de olho de lombo, cm ²	62,4	61,8	58,0	9,6	
Espessura de gordura subcutânea, mm	8,75	8,12	8,00	54,6	

4.2 Coleta de dados de cor de diversos cortes de carne fresca

Os resultados da coleta de dados de cor de diversos cortes de carne fresca estão apresentados na Tabela 03.

As características de pH e temperatura interna não apresentaram diferença significativa entre os músculos para animais tratados com vitamina E, exceto para o corte do miolo da paleta. O pH apresentou médias de 5,48 e 5,49, para animais do grupo controle e vitamina E, respectivamente.

As características de cor também não apresentaram diferenças significativas nos diferentes músculos, entre os tratamentos. Dufrasne et al. (2000) analisaram os parâmetros de cor do músculo *Longissimus thoracis* de bovinos suplementados, ou não, com 1000 mg de α -tocoferol, e não encontraram diferenças significativas até 48 horas após o abate. Também Pinkerton (1993) não encontrou diferença significativa na cor da carne no dia posterior ao abate de animais suplementados com 0, 500 ou 2000 mg de vitamina E, por 211 dias antes do abate. Já Monahan et al. (1992a) encontraram valores elevados do croma a^* para a carne refrigerada de suínos suplementados com vitamina E. Os autores atribuíram o aumento de estabilidade da cor da carne desses animais à dieta com vitamina E, que reduziu significativamente a formação de metamioglobina na carne. Posteriormente, Lynch et al. (1999) relataram que a carne de animais suplementados com 2000 mg de α -tocoferol por 50 dias antes do abate, também apresentaram diferenças na coloração do *Longissimus dorsi*, em relação ao controle.

Tabela 03 – Médias dos valores de pH, temperatura interna (T), parâmetros de cor (L*, a* e b*), nos diferentes cortes e tratamentos.

		PH	T°C	L* _{int}	a* _{int}	B* _{int}	L* _{sub}	a* _{sub}	b* _{sub}	L* _{sup}	a* _{sup}	b* _{sup}
Contra-Filé	CONT	5,41	6,0	42,27	15,46	13,78	74,88	4,95	15,27			
	VITE	5,44	6,2	41,78	15,45	13,50	69,32	4,29	13,57			
Filé	CONT	5,51	8,0							42,50	14,97	12,15
	VITE	5,50	7,8							42,27	14,40	11,75
Miolo Alcatra	CONT	5,43	7,2	47,68	16,91	15,72	73,76	4,82	14,10			
	VITE	5,42	7,0	43,90	17,26	15,31	62,36	3,61	11,46			
Maminha	CONT	5,46	9,7							43,17	14,44	12,41
	VITE	5,51	8,6							42,82	14,10	11,98
Picanha	CONT	5,43	7,6				74,63	4,45	14,11	41,17	16,69	14,13
	VITE	5,44	6,7				68,74	4,42	12,72	40,97	16,81	13,95
Patinho	CONT	5,55	8,0	44,85	14,66	13,98						
	VITE	5,56	6,8	44,19	14,71	13,70						
Coxão Duro	CONT	5,44	8,2	44,39	16,63	14,92						
	VITE	5,45	7,4	43,55	16,70	14,63						
Coxão Mole	CONT	5,50	7,5	45,24	15,94	15,01						
	VITE	5,49	7,7	44,97	16,10	14,83						
Lagarto	CONT	5,46	8,1	52,11	12,65	15,98	76,26	4,48	15,97			
	VITE	5,44	7,2	51,39	12,86	15,73	77,16	3,97	15,81			
Peixinho	CONT	5,63	8,7	41,25	14,97	12,55						
	VITE	5,62	8,4	41,94	15,39	13,18						
Miolo Paleta	CONT	5,47 ^a	6,7	41,55	15,28	13,06						
	VITE	5,52 ^b	6,2	41,11	15,10	12,66						

^{a,b} - Letras diferentes na mesma coluna e no mesmo corte são diferentes entre si (p<0,05).

Índices: int= interno, sub= subcutâneo, sup= superficial.

Observou-se na Tabela 04, que a luminosidade (L^*) variou entre 41 e 52, que o croma a^* variou entre 12 e 17 e o croma b^* , entre 12 e 16, nas medidas internas ou superficiais, sugeriu-se, dessa forma, que a luminosidade foi a característica que mais variou entre os cortes. Esse croma não depende apenas da pigmentação, mas também da umidade superficial do corte, pois superfícies muito úmidas conferem valores elevados de L^* .

Uma possível explicação para esses resultados é o fato da carne de novilho ser mais clara que a de animais com idade mais avançada. De acordo com Miller (2001), na medida em que avança a idade do animal, o pigmento de mioglobina retém o oxigênio no músculo, se torna menos eficiente e para compensar, níveis elevados de mioglobina são produzidos, em consequência, a carne torna-se mais escura. Neste estudo, verificou-se que os valores de a^* apresentaram-se abaixo das médias 18 à 22, citadas na literatura (Purchas, 1988). Já Boakye e Mittal (1996) mensuraram a cor da carne de novilhos entre 14 e 24 meses, maturadas em intervalos de 1, 2, 4, 8, 12 e 16 dias, e encontraram valores de a^* entre 9,5 e 11,3.

4.3 Características físico-químicas da carne maturada

4.3.1 Matéria Seca do Contra-filé e Peixinho

Não foram observadas diferenças significativas entre as médias das porcentagens de MS, entre os animais do grupo controle e tratados com VITE (Figura 06). Mesmo sem diferença significativa, após 14 dias de maturação, as médias de MS dos animais controle, foram menores (28,0%)

em relação à média dos animais tratados (aproximadamente 29,0%) aos 21 dias de maturação, sugerindo que a partir do tempo de 14, os animais tratados com VITE tenham perdido mais água em relação ao grupo controle. Estes resultados concordaram com Dufrasne et al. (2000), que avaliaram o músculo *Longissimus thoracis* armazenado a 4°C por até 14 dias e não encontraram diferença significativa na matéria seca da carne dos animais suplementados com vitamina E.

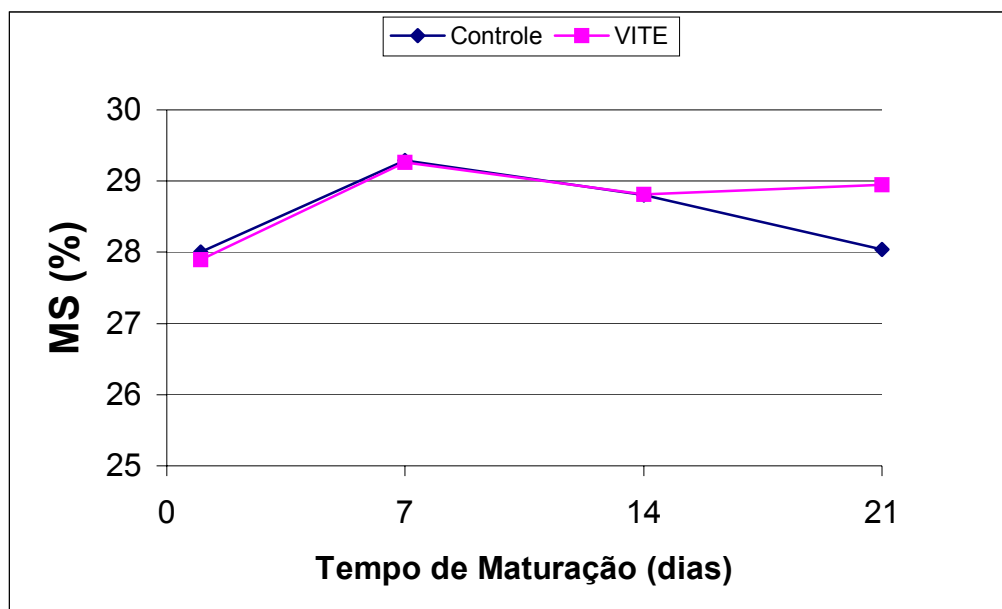


Figura 06 - Matéria Seca (MS) do *Longissimus dorsi* em função dos dias de maturação.

4.3.3 Extrato Etéreo do Contra-filé

Os resultados da porcentagem de extrato etéreo (EE%) na matéria seca da amostra estão apresentados na Figura 07. O músculo *Longissimus dorsi* dos animais tratados com VITE e consumindo 73% de concentrado, no dia 1 de maturação, teve média de 16% de EE e o músculo *Longissimus dorsi* dos animais controle, obteve média de 10,0% de EE. Porém, quando os animais passaram a ingerir 85% de concentrado oferecido na ração, os

animais tratados tiveram médias de 13% de EE e os animais controle, média de aproximadamente 9% de EE. Todavia, não houve diferença significativa nas porcentagens EE na carne dos animais controle em relação aos animais suplementados com vitamina E. Concordando com esses resultados, Dufrasne et al. (2000) também não encontraram diferença significativa nos valores de extrato etéreo (EE) da carne de animais suplementados com vitamina E em relação aos animais do grupo controle.

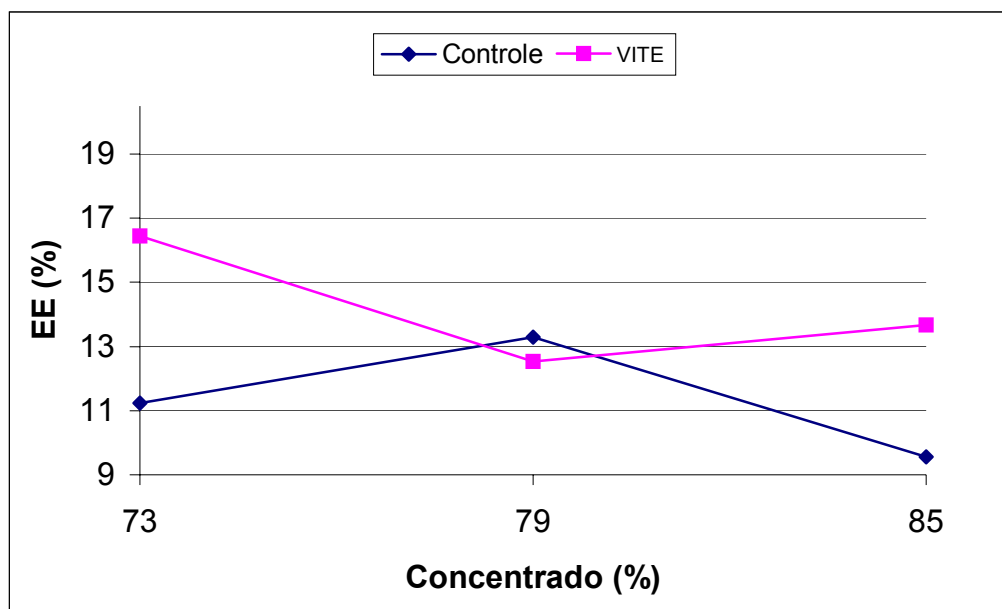


Figura 07 - Extrato Etéreo (EE) do *Longissimus dorsi* em função dos níveis de concentrado, no dia 1 de maturação.

4.3.4 Perda de Água por Exsudação do Contra-filé e Peixinho

Observa-se na Figura 08, que os animais do grupo controle tiveram maior perda de água por exsudação, até 21 dias de maturação, em relação aos animais do grupo VITE, entretanto, não foram observadas diferenças significativas para os efeitos de tempo e tratamento, embora o efeito tenha sido positivo, reduzindo as PAE no músculo *Longissimus dorsi*, dos animais tratados com vitamina E, até 21 dias de maturação. No entanto, Mitsumoto

et al. (1998), trabalharam com o contra-filé, embalado à vácuo e mantido sob refrigeração a 1°C por 6 dias, observaram que a carne dos animais suplementados com 5.000 mg de vitamina E, perderam significativamente menos água por exsudação, que as amostras controle. Ainda, de acordo com os autores, a vitamina E estabilizou a integridade das membranas, conservando e retendo os componentes sarcoplasmáticos, resultando em menores perdas por exsudação. Porém, Jensen et al. (1997) não encontraram diferença significativa no *Longissimus dorsi* e *Psoas major* de suínos suplementados com 100, 200 e 700 mg de acetato de α -tocoferyl, 48 horas após o abate. Também Hoving-Bolink et al. (1998) suplementaram suínos com 200 mg de acetato de α -tocoferol, durante 84 dias, e não observaram diferença significativa nos músculos *Longissimus lumborum*, *Psoas major* e *L. thoracis* armazenados até 2 dias a 7°C.

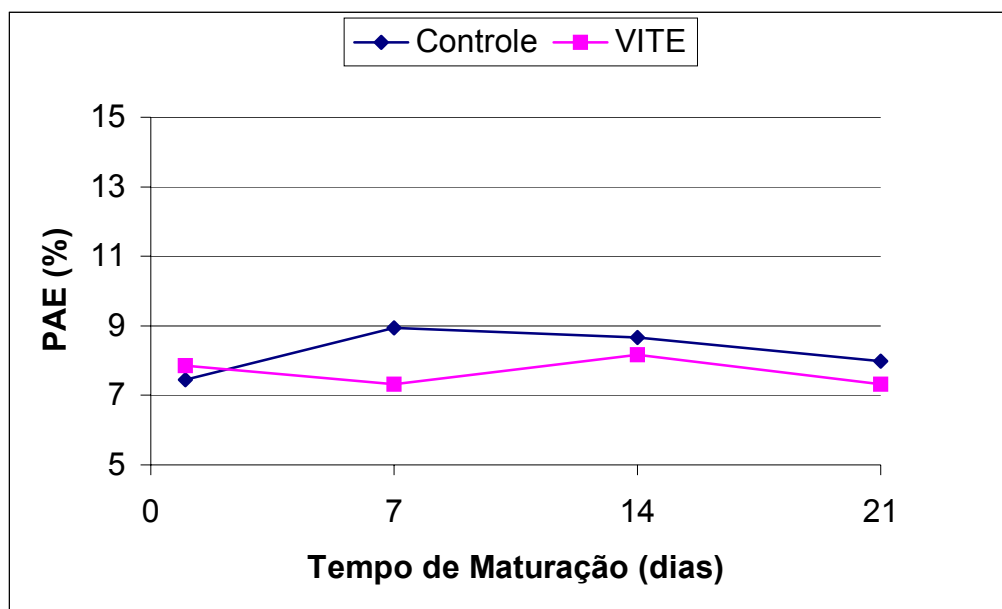


Figura 08 - Perda de Água por Exsudação (PAE) do *Longissimus dorsi* em função dos dias de maturação.

Observou-se na Figura 09, que a PAE do peixinho, dos animais tratados com vitamina E (VITE), apresentou um efeito quadrático em função do tempo de maturação ($p < 0,01$), com média aproximada de 13% em 14 dias de maturação, enquanto que a maior média no grupo controle foi da ordem de 14%, também no mesmo período de maturação. Porém, a maior diferença de valores foi percebida no tempo 7 de maturação, em que a média para o grupo tratado (VITE) atingiu aproximadamente 13% para PAE, enquanto o grupo controle, atingiu média de 11% no mesmo período de maturação.

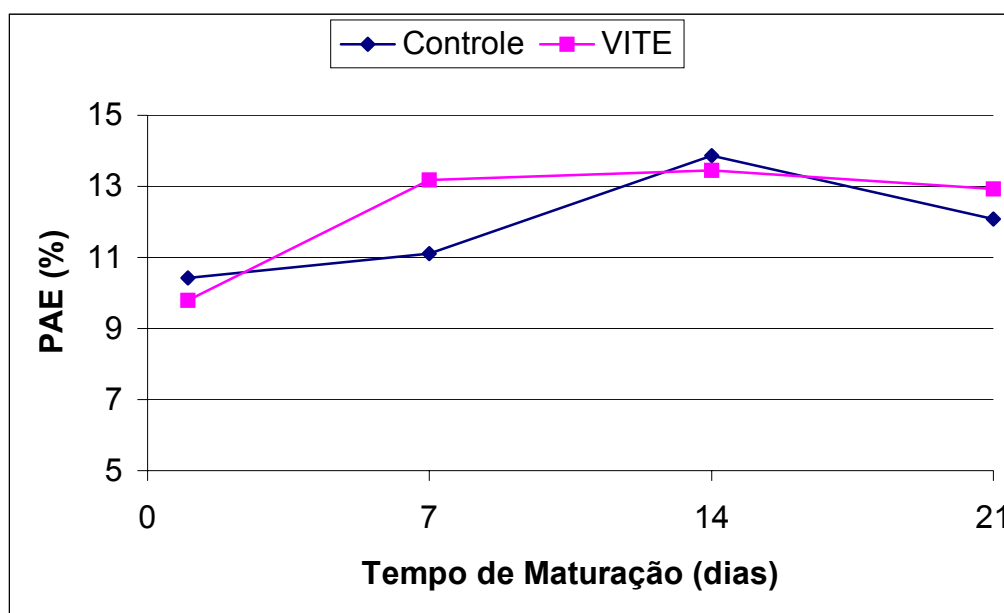


Figura 09 - Perda de Água por Exsudação (PAE) do *Supraspinatus* em função dos dias de maturação.

4.3.5 Perda de Água no Cozimento do Contra-filé e Peixinho

Não foram observadas diferenças estatísticas na característica de porcentagem de PAC, no músculo contra-filé para os animais tratados com vitamina E (Figura 10).

No entanto, esse resultado não inesperado, uma vez que o efeito protetor da vitamina E ocorre na estocagem (armazenamento), e não durante o cozimento. Além disso, de acordo com Jensen et al. (1998), o aquecimento e a moagem da carne causam a liberação de ferro ativo (mioglobina e outras proteínas), transformando-as em espécies pró-oxidativas, desnaturando a membrana celular dos sistemas enzimáticos protetores, com conseqüente aceleração da oxidação dos produtos cárneos. Assim, esses resultados podem ter ocorrido em conseqüência do aquecimento das amostras (desnaturação das proteínas). Estes resultados concordaram com os encontrados por Hoving-Bolink et al. (1998), que não observaram diferença significativa da PAC na carne de suínos suplementados com vitamina E em relação ao grupo controle. Cannon et al. (1996) avaliaram a carne de suínos suplementados com 100 mg de acetato de α -tocoferyl durante 84 dias, armazenada a 2°C durante 0, 14, 28 e 56 dias; retirado o lombo e mantido entre 2°C e 4°C durante 5 dias e observaram que os valores de PAC não foram influenciados pela dieta suplementada com vitamina E.

Também foi observada maior diferença aos 14 dias de maturação, para os animais VITE e controle, atingindo média aproximada de 33,5% de PAC para animais tratados (VITE) e 29,5% para animais do grupo controle, porém não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos para a característica de PAC, no músculo peixinho maturado por até 21 dias.

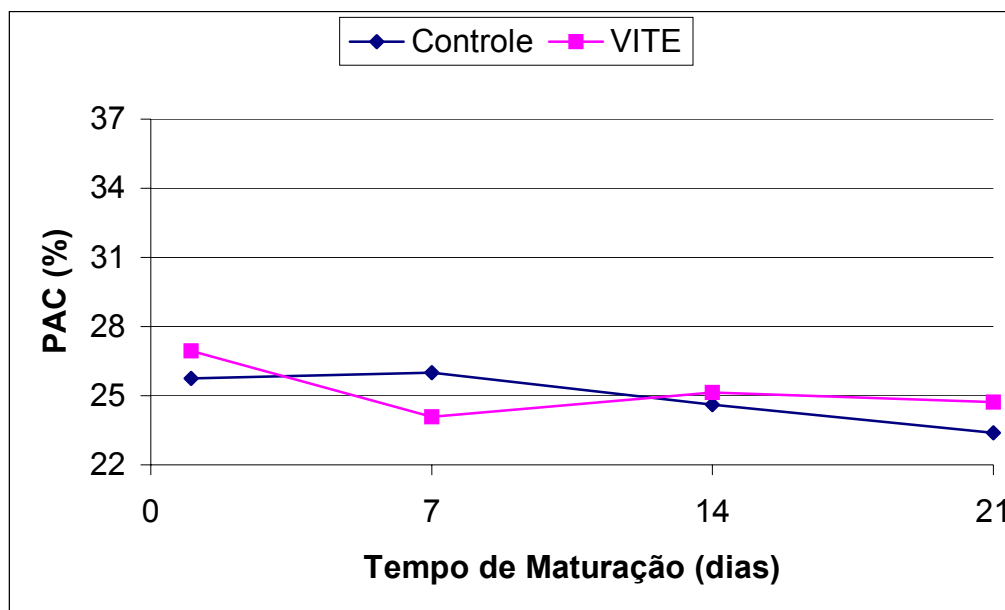


Figura 10 - Perda de Água por Cozimento (PAC) do *Longissimus dorsi* em função dos dias de maturação.

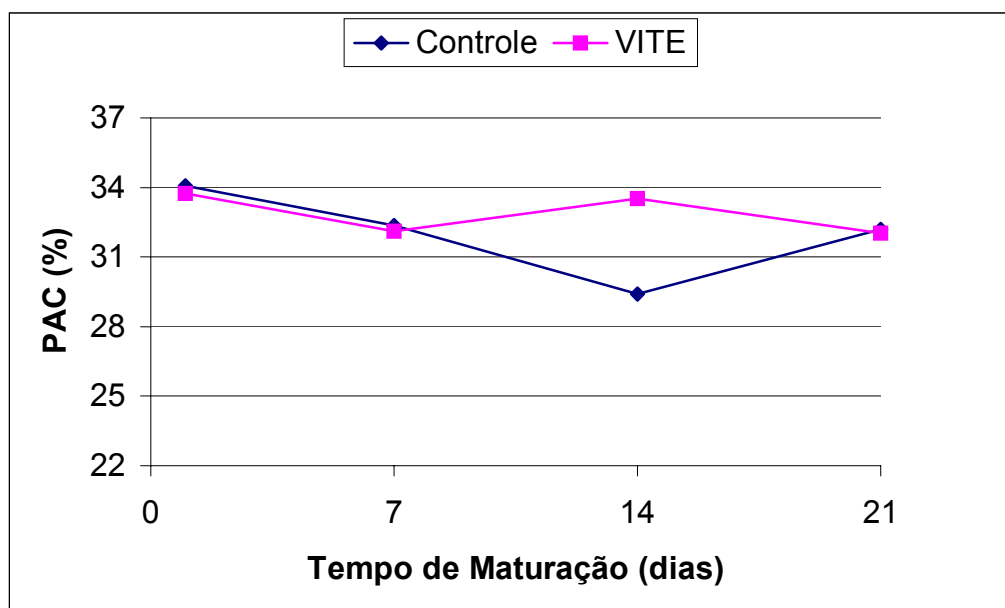


Figura 11 - Perda de Água por Cozimento (PAC) do *Supraspinatus* em função dos dias de maturação.

4.3.6 Força de Cisalhamento do Contra-filé e Peixinho

A figura 12 mostra os dados da força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* em função dos níveis de concentrado e dias de maturação. Houve um efeito linear ($p < 0,01$) entre tempo de maturação.

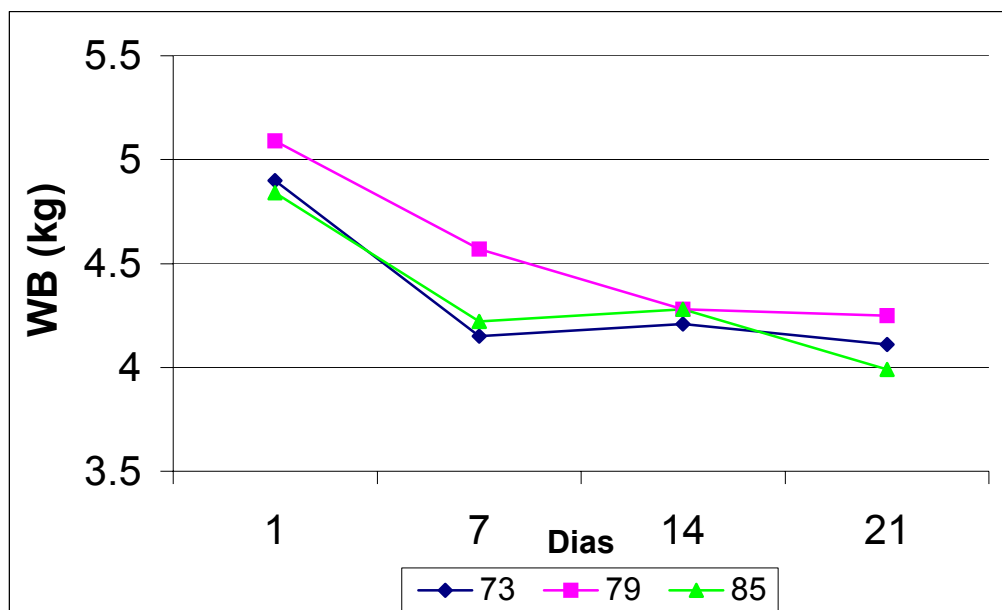


Figura 12 - Força de cisalhamento (WB) do *Longissimus dorsi* em função dos níveis de concentrado e dias de maturação.

Os resultados das análises estatísticas mostraram que não houve diferença significativa na maciez dos animais suplementados com VITE em relação aos animais do grupo controle e entre os níveis de concentrado, nos diferentes períodos de maturação.

Os valores da força de cisalhamento do *Supraspinatus* dos animais tratados com vitamina E variaram entre 3,8 e 5,2 kg (Figura 13), enquanto que os valores de força de cisalhamento para o peixinho dos animais controle apresentaram valores entre 4,0 e 5,0 kg (Figura 14), entretanto sem diferença significativa entre os tratamentos.

É interessante ressaltar que, no dia 1 de maturação, os valores de força de cisalhamento foram maiores no nível de 79% de concentrado dos animais tratados com vitamina E em relação aos animais não tratados no mesmo nível.

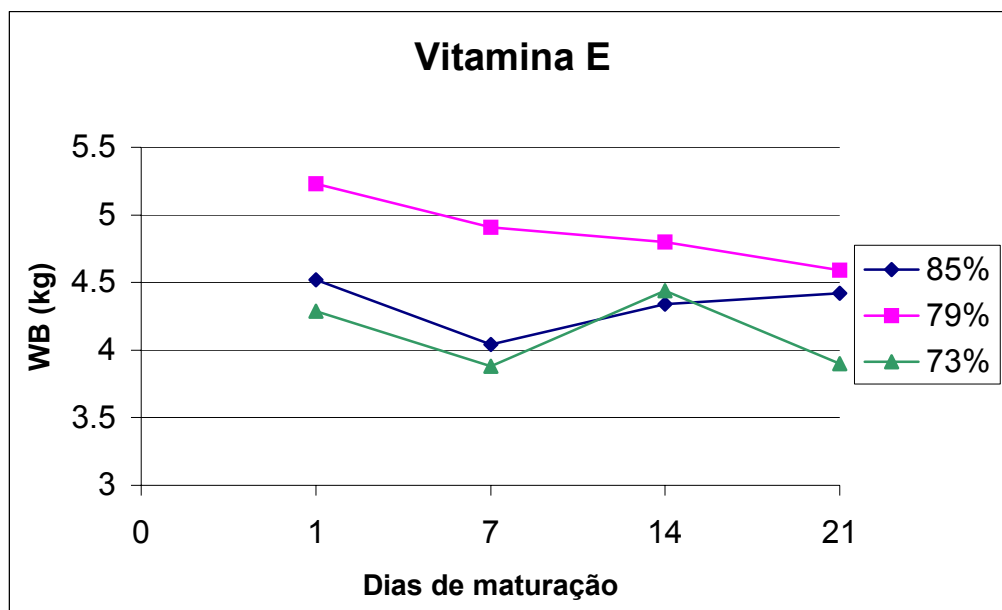


Figura 13 – Força de cisalhamento (WB) do *Supraspinatus*, em função dos níveis de concentrado e dias de maturação dos animais suplementados com Vitamina E.

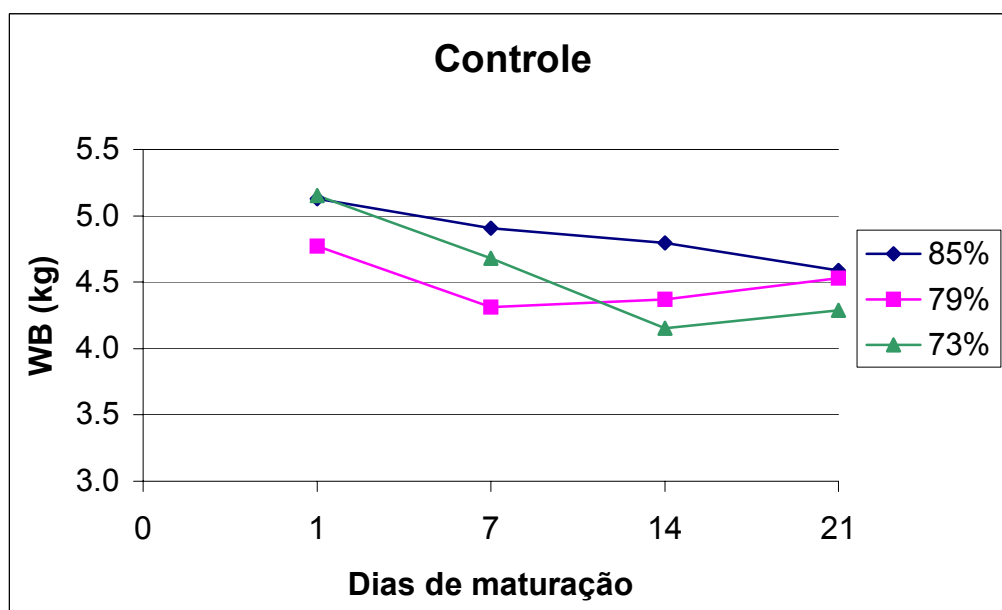


Figura 14 – Força de cisalhamento (WB) do *Supraspinatus* em função dos níveis de concentrado e dias de maturação dos animais controle.

Com relação à força de cisalhamento do contra-filé, dos animais suplementados com vitamina E, não foram encontradas diferenças significativas entre os níveis de concentrado (Figura 15).

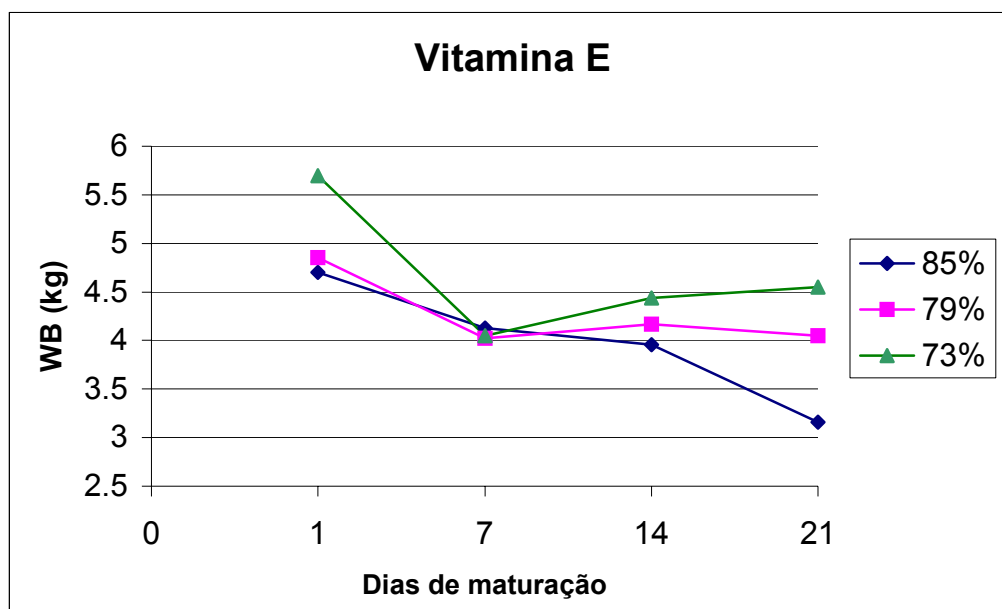


Figura 15 – Força de cisalhamento (WB) do *Longissimus dorsi* em função dos níveis de concentrado e dias de maturação dos animais suplementados com Vitamina E.

Os valores da força de cisalhamento do contra-filé dos animais suplementados com vitamina E apresentaram-se maiores para todos os níveis de concentrado e atingiram médias entre 3,2 e 5,7 kg, além disso, o contra-filé dos animais tratados com vitamina E e com 85% de concentrado apresentaram valores baixos, em relação aos demais níveis e, quando comparados com o grupo controle (Figura 16), em que a de força de cisalhamento atingiu médias entre 3,5 e 5,5 kg, porém sem diferenças significativas.

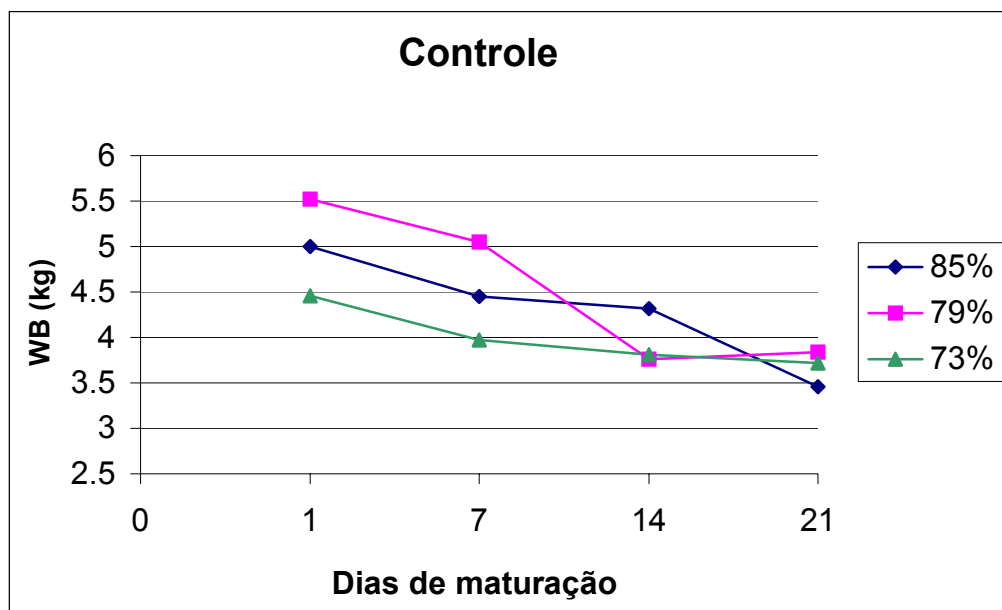


Figura 16 – Força de cisalhamento (WB) do *Longissimus dorsi* em função dos níveis de concentrado e dias de maturação dos animais Controle.

Dessa forma, verificou-se que a vitamina E não influenciou a maciez do contra-filé dos animais suplementados. Esses resultados também concordaram com Hoving-Bolink et al. (1998), que não encontraram diferença significativa na força de cisalhamento do contra-filé, armazenado até 2 dias a 7°C, de suínos suplementados com 200 mg de vitamina E, com valores de 3,7 kg (animais suplementados) e 4,0 kg (animais controle). Entretanto, discordam dos obtidos por Castellini et al. (1998) que suplementaram coelhos com 200 mg/kg de α -tocoferol na ração e encontraram redução significativa da força de cisalhamento no contra-filé refrigerado por 24 horas.

4.3.7 pH do Contra-filé e Peixinho

O pH não apresentou diferença significativa entre os tratamentos VITE e Controle (Figura 18) ao longo dos diferentes períodos de maturação,

atingindo valores máximos de 5,55 para o grupo controle e 5,54 para o grupo suplementado com Vitamina E (VITE). Esse pequeno aumento de pH no tempo poderia ser devido à produção de compostos de caráter básico ao longo dos dias de maturação.

Na Figura 19, observou-se que a maior diferença de pH para os animais do grupo controle e tratado (VITE) foi no tempo 14 de maturação, em que o grupo Controle, atingiu valores aproximados de pH de 5,75 e o grupo VITE 5,70. Porém, os valores de pH não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos VITE e Controle durante os dias de maturação. Esses resultados concordaram com Cannon et al. (1996), que também avaliaram o pH da carne de suínos suplementada com vitamina E e não observaram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

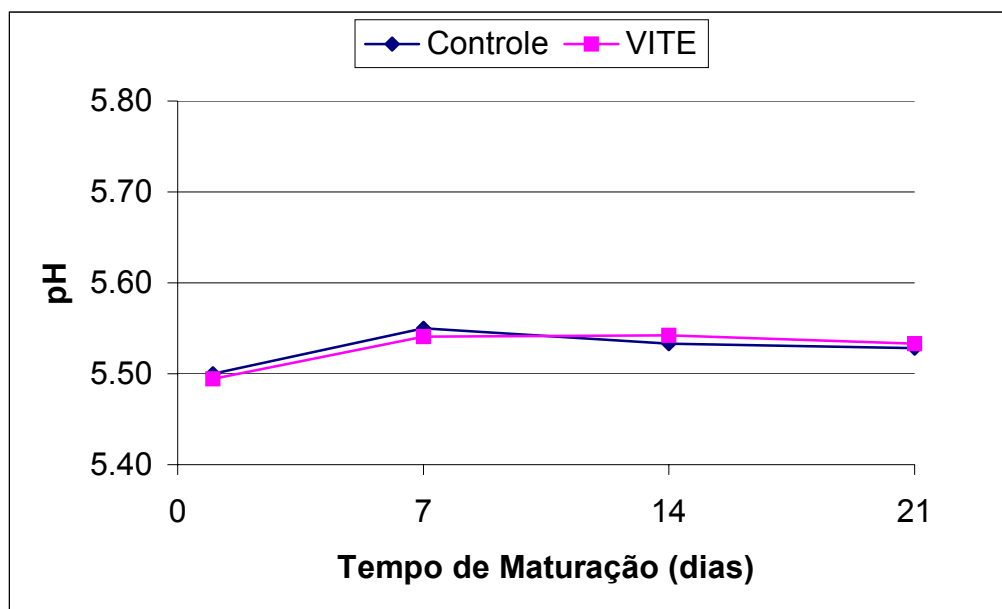


Figura 18 – Valores de pH do contra-filé *M. Longissimus dorsi* (LD) em função dos dias de maturação.

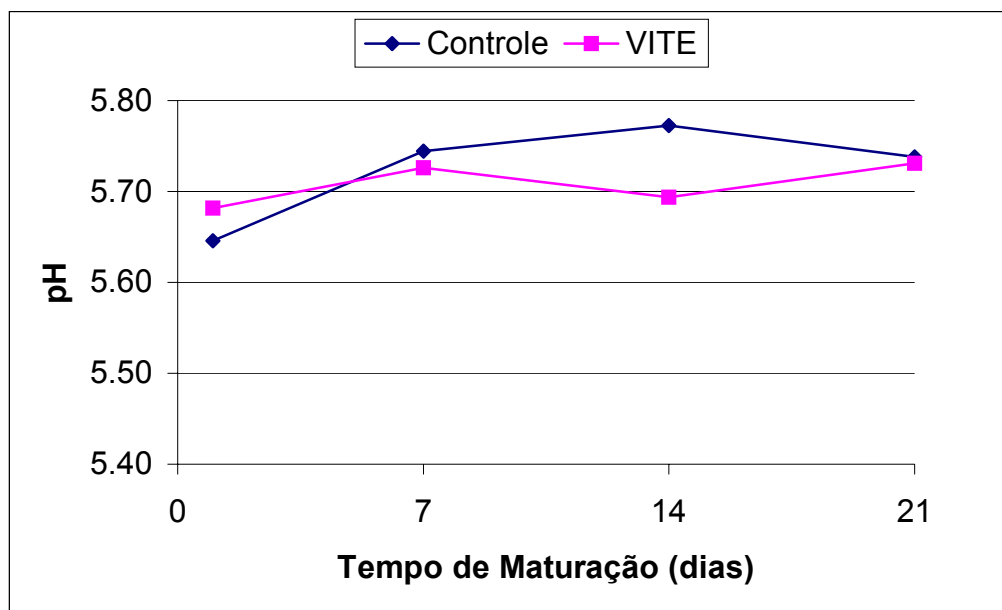


Figura 19 – Valores de pH do peixinho *M. Supraspinatus* em função dos dias de maturação.

4.3.8 Análise da Cor do Contra-filé e Peixinho

Em relação às características de cor tanto o contra-filé quanto o peixinho apresentaram efeito linear ($p < 0,01$), em relação ao tempo de maturação, sem efeito de tratamento, para a característica L^* (Figuras 20 e 21).

Observou-se, que o comportamento dos dois grupos (Controle e VITE) foi semelhante ao longo do tempo de maturação para a característica de Luminosidade (L^*) da cor do contra-filé iniciando no tempo 1 dia de maturação com valores aproximados de 42 e atingindo valores de 45 nos 21 dias de maturação para ambos grupos (Controle e VITE). Uma possível explicação para os valores elevados de L^* seria a presença de maior quantidade de líquido nas superfícies, portanto, maior umidade e valores mais altos para essa característica no dia 21 de maturação.

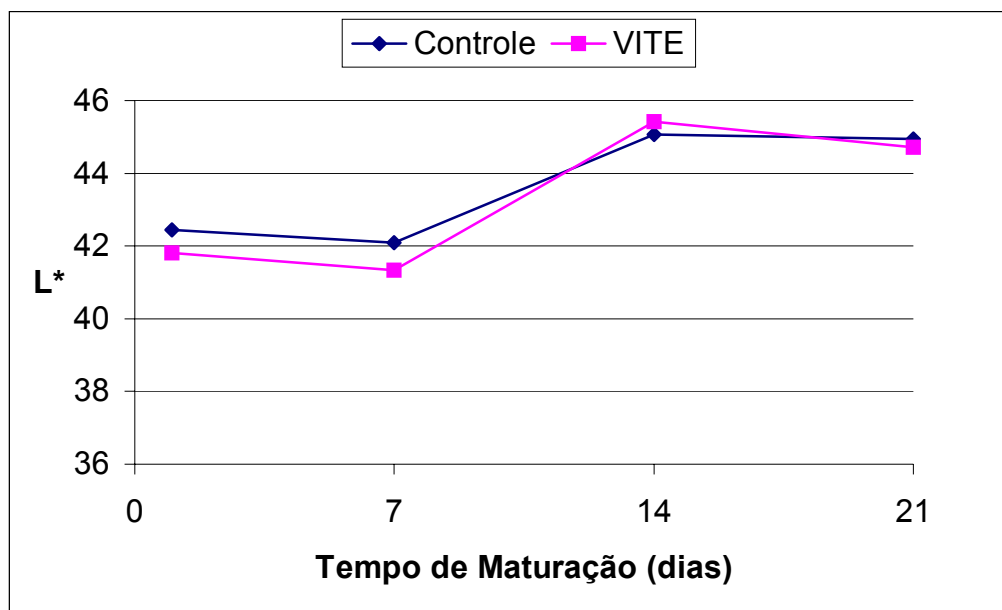


Figura 20 - Valores da Luminosidade (L*) do *Longissimus dorsi* em função dos dias de maturação.

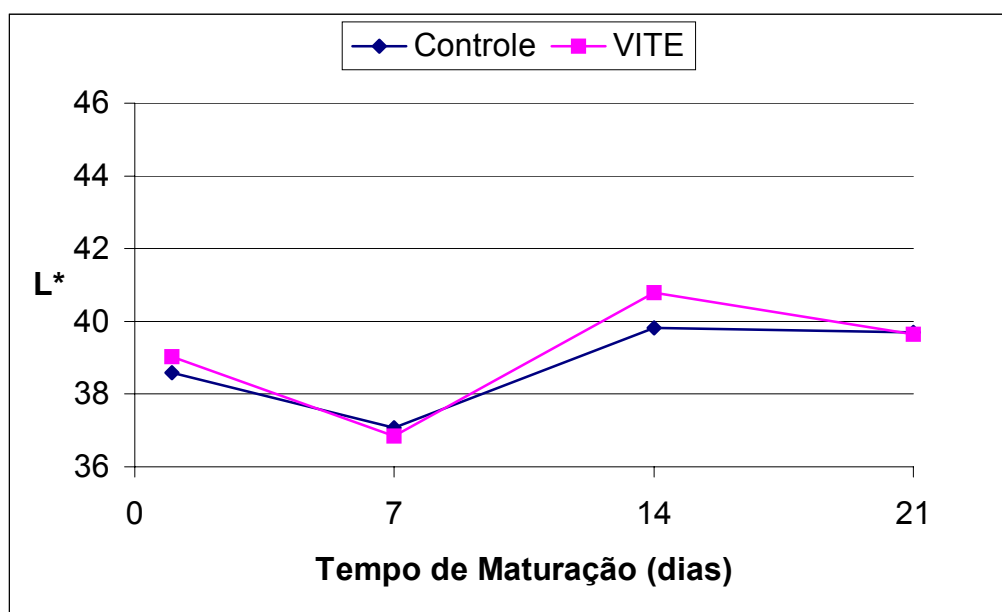


Figura 21 - Valores da Luminosidade (L*) do *Supraspinatus* em função dos dias de maturação.

Também foi observado um efeito linear ($p < 0,01$) de a^* em função dos dias de maturação tanto para o *Supraspinatus* quanto para o *Longissimus dorsi*. (Figuras 22 e 23), entretanto, sem diferenças entre os tratamentos.

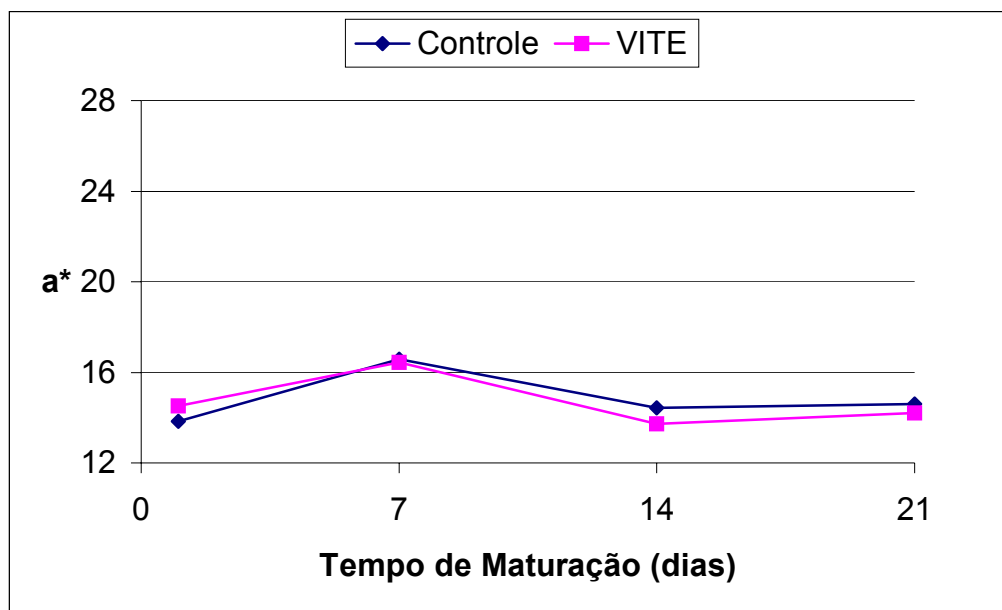


Figura 22 - Valores de a^* do *M. Longissimus dorsi* em função dos dias de maturação.

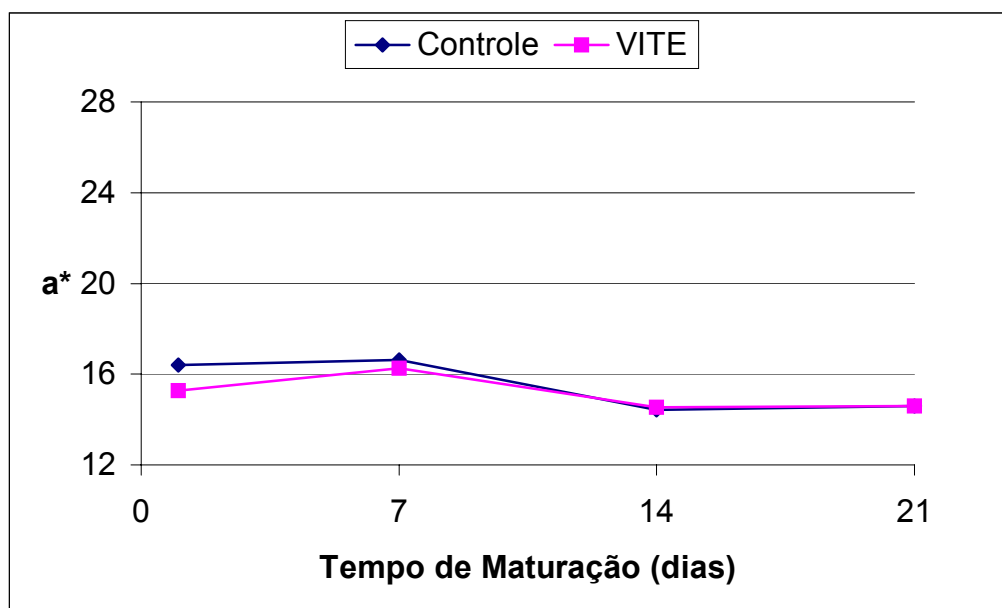


Figura 23 - Valores de a^* do *Supraspinatus* em função dos dias de maturação.

O peixinho obteve valores menores de luminosidade (L^*) em relação ao contra-filé, talvez pelo fato da cor do peixinho ser naturalmente mais escura, devido a predominância de fibras vermelhas. É importante observar

que no tempo 14 dias de maturação os valores reduziram para aproximadamente 14, considerado baixo para esta característica.

Observa-se na Figura 24 que os valores de b^* para os dois grupos foram aproximadamente de 14 no dia 1 de maturação, comportando-se de forma semelhante até os 21 dias de maturação, quando os valores de b^* atingiram média de 16,5 para os animais controle e tratados com Vitamina E. Foi observado efeito cúbico ($p < 0,01$), entre os dias de maturação.

De modo geral, a^* não variou no tempo, portanto presume-se que não houve efeito de proteção de membranas devido a suplementação com vitamina E. É importante ressaltar, no entanto, que não ocorreu perda do pigmento da cor nos tempos estudados, além disso, apesar da embalagem à vácuo, a cor da carne é recuperada após a retirada da embalagem, devido a oxigenação da mioglobina (Abularach et al., 1998). Em trabalhos realizados por Faustman et al. (1989a), foram observados valores elevados do croma a^* em carnes de novilhos Holandeses suplementados com 370 U.I. de vitamina E dia/animal após 2, 4, 6 e 8 dias de armazenagem a 4°C, abaixo das condições simuladas no varejo. Em estudos posteriores, Faustman et al. (1989b), observaram que o acúmulo de metamioglobina e oxidação lipídica foram significativamente maiores em pedaços de lombo de bovinos controle, em relação aos tratados com vitamina E, resultando em aumento da estabilidade da cor da carne desses animais. Portanto, a taxa de descoloração parece estar relacionada, com a eficiência dos processos oxidativos e enzimáticos, reduzindo os sistemas no controle dos níveis de metamioglobina em carnes.

Recentemente, Gatellier et al. (2001) avaliaram as características da cor da carne refrigerada a 3°C por até 9 dias, e embaladas à vácuo por mais 13 dias a 8°C sob iluminação controlada, de bovinos Charolês, suplementados com 1.000 mg de acetato de α -tocoferyl durante 111 dias pré-abate e observaram efeito positivo, porém não significativo na taxa de descoloração da carne dos animais suplementados.

Observa-se nas Figuras 24 e 25, que os valores de b^* , comportaram-se de maneira uniforme em ambos músculos, sem diferenças significativas mantiveram-se de forma uniforme do que os animais do grupo controle, sem efeitos de tratamento, com efeito linear ($p < 0,01$) em relação ao tempo, apenas no *Longissimus dorsi*.

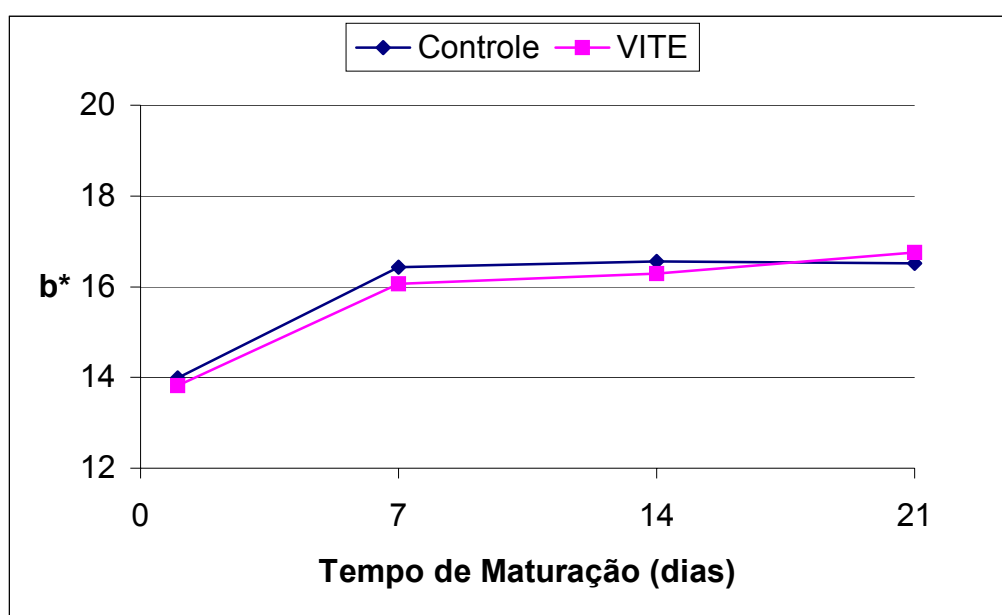


Figura 24 - Valores de b^* do *Longissimus dorsi* em função dos dias de maturação.

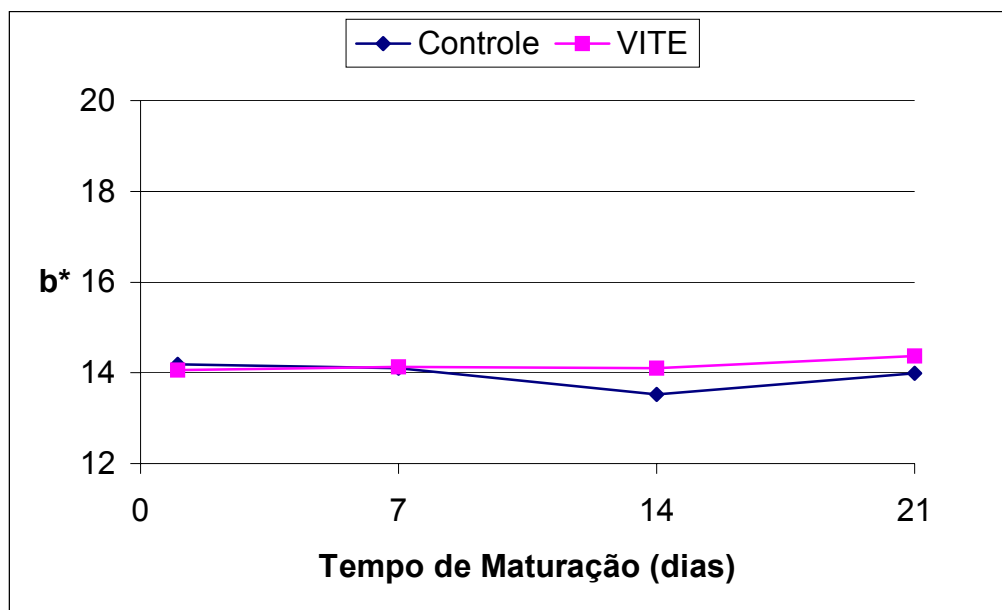


Figura 25 - Valores de b* do Peixinho *Suprascapular* em função dos dias de maturação.

4.3.9 Análise da Vitamina E do Contra-filé

Em relação à concentração de vitamina E no músculo *Longissimus dorsi*, no dia 1 de maturação, os valores apresentaram interação significativa ($p < 0,01$) entre tratamento e níveis de concentrado (Figura 26). Em estudos realizados por Mitsumoto et al. (1998) foram observadas diferenças significativas na concentração de α -tocoferol no m. *Longissimus thoracis* estocados por até 6 dias a 1°C e embalados à vácuo, com valores de 1,7 mg/kg e 2,6 mg/kg, para a carne dos animais controle e suplementados com vitamina E, respectivamente.

Posteriormente, Dufresne et al. (2000) também encontraram aumento significativo da concentração de α -tocoferol no m. *Longissimus thoracis* de bovinos armazenado a 4°C por até 14 dias, com iluminação controlada com valores de 1,9 mg/kg na carne dos animais tratados com vitamina E e 0,9 mg/kg na carne dos animais controle. Esses resultados indicaram que houve

possíveis efeitos na oxidação lipídica com baixas concentrações de α -tocoferol na carne maturada por 14 dias. Ainda, segundo Liu et al. (1995) a concentração de 3,5 mg/kg foi suficiente para suprimir a formação de metamioglobina e oxidação lipídica em carnes frescas. Porém, não foram encontrados trabalhos relacionando a suplementação de vitamina E com níveis de concentrado na ração de bovinos.

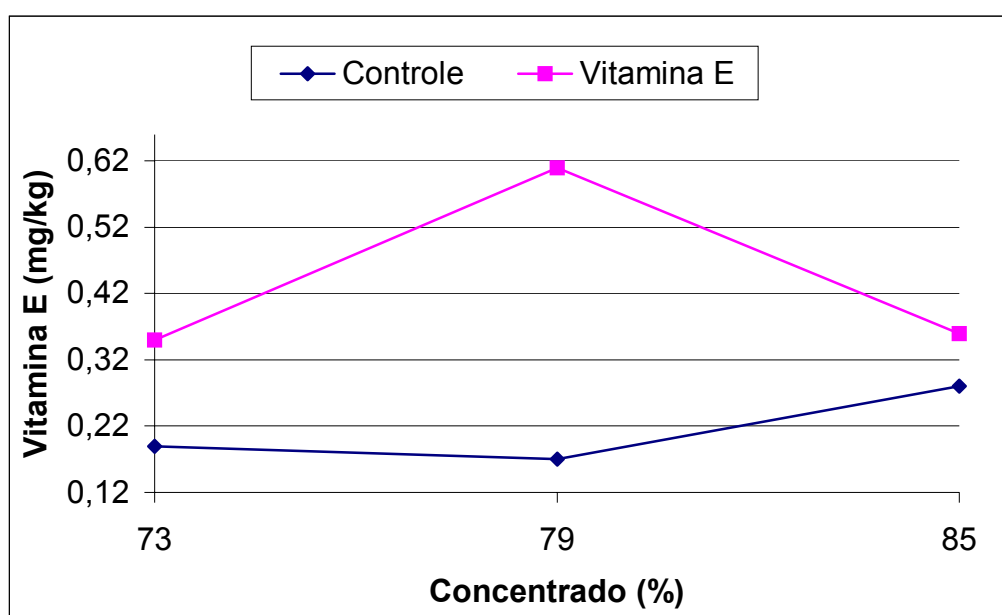


Figura 26 - Valores da concentração de Vitamina E do *Longissimus dorsi* em função dos níveis de concentrado.

4.3.10 Análise de Colesterol do Contra-filé

Os resultados das análises de colesterol do *Longissimus dorsi* estão apresentados na Figura 27. As análises estatísticas mostraram que não houve diferença significativa na concentração de colesterol, no contra-filé de bovinos suplementados com VITE em relação aos animais do grupo controle.

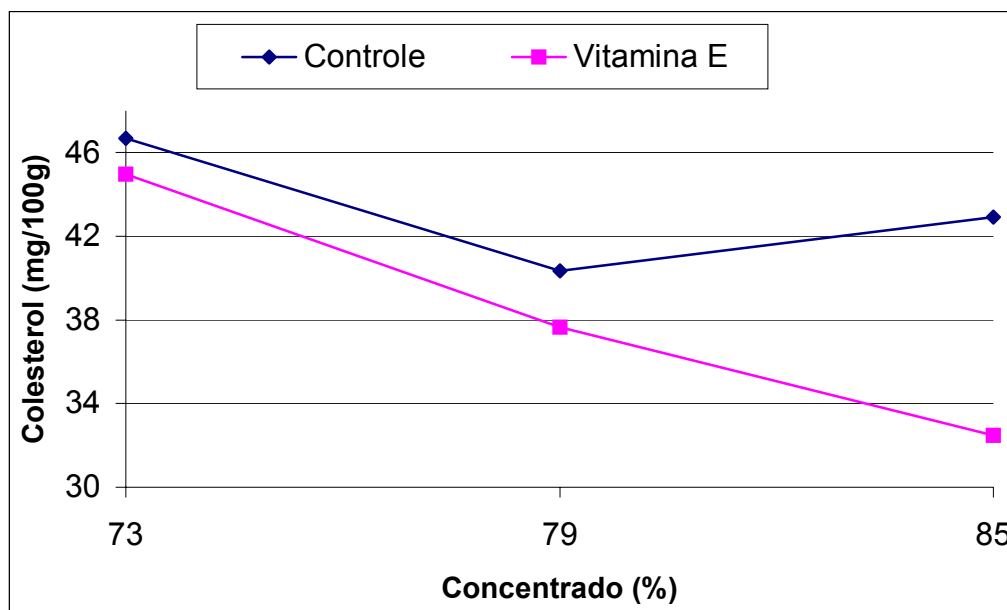


Figura 27 – Teores de Colesterol do *Longissimus dorsi* em função dos níveis de concentrado.

Buckey et al. (1995) afirmam, que o colesterol também é submetido à autoxidação por mecanismos de radicais livres, que envolvem a separação do hidrogênio lábil da molécula por peroxidação de ácidos graxos polinsaturados. As moléculas de colesterol atuam como parte integral da dupla camada lipídica das membranas das células e são associadas com a membrana fosfolipídica, que é altamente vulnerável à espécies oxidantes. Em experimento realizado por Bragagnolo (1997) foram apresentados os valores para o colesterol do *Longissimus dorsi* fresco (porém de animais não suplementados com vitamina E) de algumas raças bovinas, com valores de 44 (Nelore), 42 (3/8 Nelore x 5/8 Charolês) e 46 mg/100g (3/4 híbrido Beefalo x 5/8 Nelore). Ainda, parece haver uma relação entre a taxa de energia na dieta e o teor de colesterol. Segundo Abu-Tarboush et al. (1993), animais alimentados com baixa energia, apresentaram taxas mais elevadas

de colesterol no tecido adiposo sem diferenças significativas no tecido muscular, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

4.4 Características da carne descongelada

4.4.1 Patinho Moído

4.4.1.1 Matéria Seca

Em relação à matéria seca, não houve diferença significativa na carne dos animais tratados com vitamina e do grupo controle (Figura 28). Assim, os valores da MS do patinho atingiram, em média, 24 à 27% sem maiores variações nos valores para ambos grupos, controle e Vitamina E, considerados, padrão para esta característica.

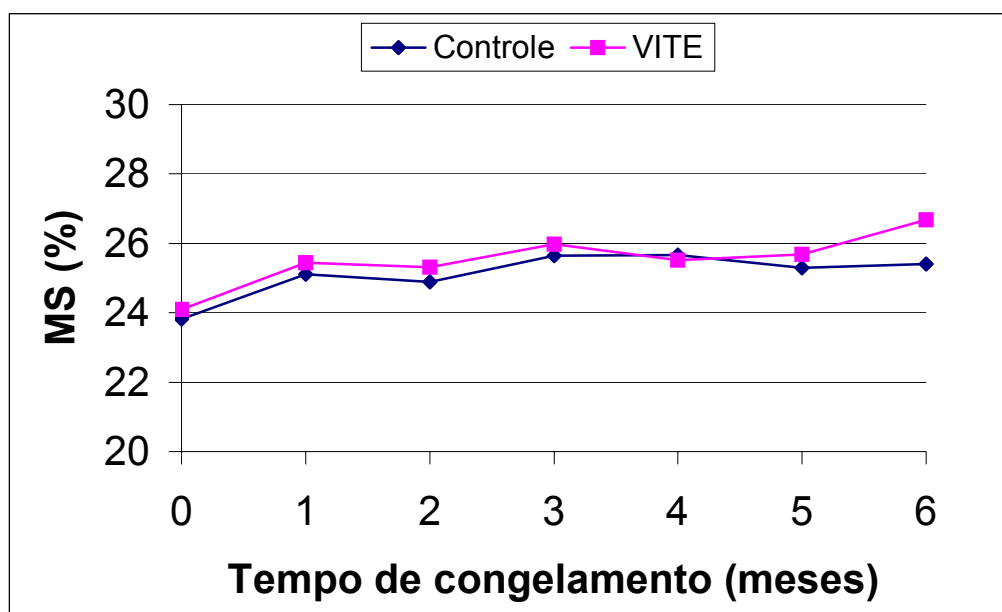


Figura 28 - Valores de MS (%) do Patinho em função dos meses de congelamento.

4.4.1.2 pH

Os valores do pH do patinho em função do tempo de congelamento estão apresentados na Figura 29. O pH apresentou efeito linear ($p < 0,01$), em função do tempo de congelamento, mas não foi influenciado pelos tratamentos.

Verma et al. (2000) trabalharam com adição de vitamina E na carne moída de ovinos e observaram menores valores de pH nas carnes com vitamina E e, na medida em que se aumentavam os níveis de α -tocoferol na carne, o pH diminuía, diferentemente do resultado encontrado neste experimento. Os autores afirmaram ainda, que poderia haver uma relação negativa entre a capacidade de retenção de água e o pH, ou seja, na medida em que se aumentava o pH de 5,4 para 6,5, diminuía a capacidade de retenção de água na carne.

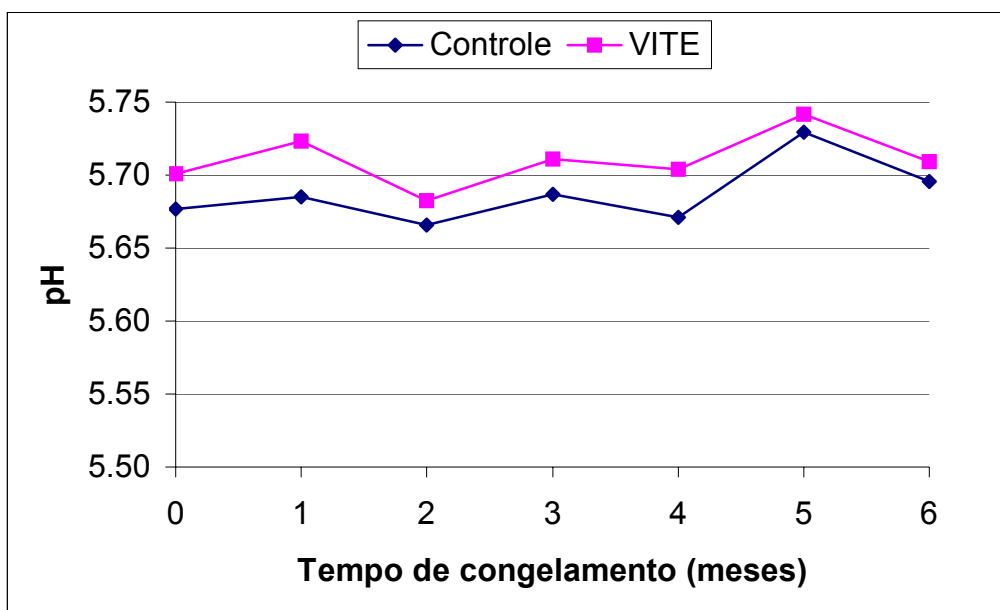


Figura 29 - Valores de pH do *Quadriceps femoris* em função dos meses de congelamento.

Também Houben et al. (2000) encontraram diferença significativa no pH da carne moída, embalada à vácuo e armazenada por 10 dias a 7°C, de bovinos suplementados com vitamina E.

4.4.1.3 Análise da Cor

Observa-se na Figura 30 que os valores de luminosidade (L^*) do patinho, apresentaram efeito cúbico ($p < 0,01$), em relação ao tempo de congelamento. Além disso, a partir do segundo mês de congelamento, os valores de L^* , para ambos grupos, reduziram, indicando escurecimento das amostras.

Diferentemente desses resultados, Formanek et al. (1998) suplementaram bovinos holandeses com 2000 U.I. de acetato de α -tocoferyl, durante 50 dias pré-abate e observaram valores significativamente maiores 13,05 para o croma a^* de animais suplementados e 10,82 para o controle no músculo *Semimembranosus* moído e embalado à vácuo por até 8 dias a 4°C. Já, Lynch et al. (1999), em estudos posteriores, observaram que a dieta com vitamina E melhorou a estabilidade de lipídeos e da cor da carne de novilhos leiteiros, congelada por 8 semanas a -20°C. Ainda, de acordo com o mesmo autor, diferenças na estabilidade lipídica dos músculos poderiam explicar possíveis variações na cor da carne, refletindo na diferença da estabilidade da cor dos músculos.

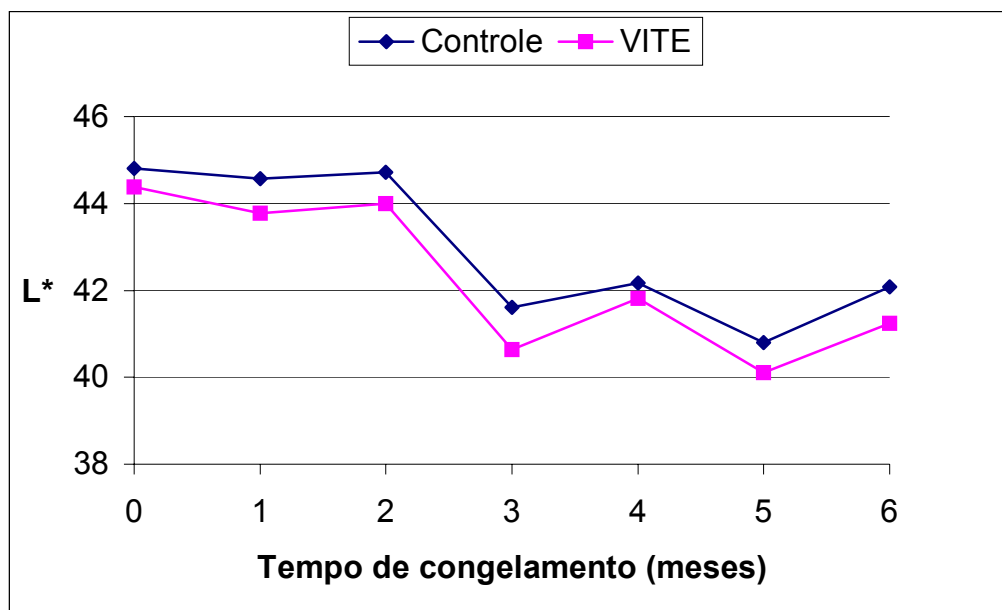


Figura 30 - Valores de L* do *Quadriceps femuris* em função dos meses de congelamento.

Na Figura 31, observa-se que para a característica da cor (a^*) do patinho congelado até 6 meses, houve um efeito linear ($p < 0,05$) em função do tempo de congelamento. Dessa forma, a associação dos comportamentos de L* e a^* pareceu indicar que houve perda de coloração na carne, sugerindo que a vitamina E não tenha protegido as membranas, contrariamente ao esperado. Esses resultados concordaram com Lanari et al. (1993), que trabalharam com a carne moída e congelada, e notaram efeitos de descoloração, comprometendo a coloração da superfície da carne moída, à medida que se elevava o período de congelamento. Em trabalhos posteriores, Castellini et al. (1999) também observaram diferenças significativas nos parâmetros de cor da carne de coelhos suplementada com vitamina E durante o período de congelamento.

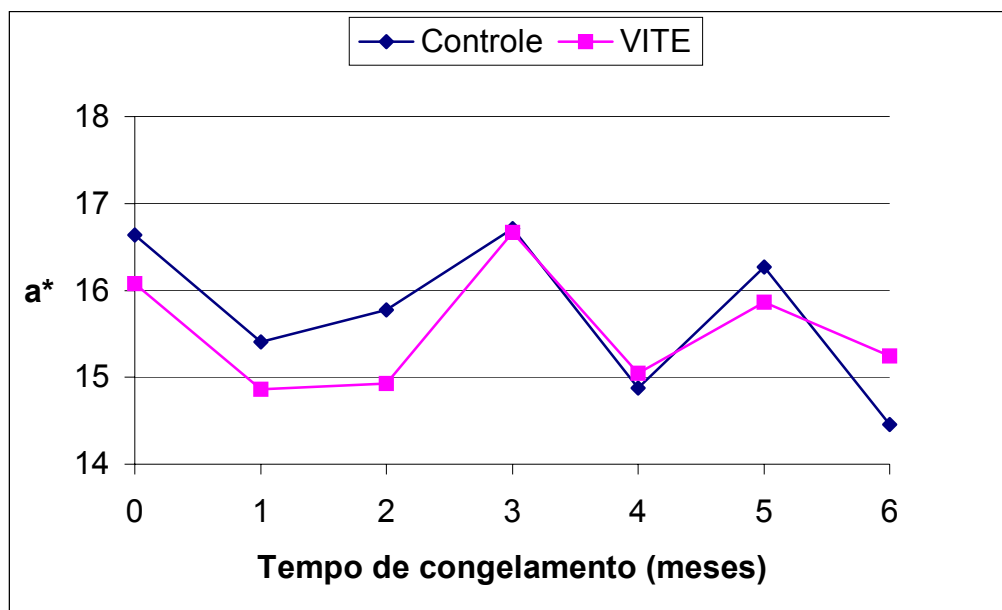


Figura 31 - Valores de a^* do *Quadriceps femuris* em função dos meses de congelamento.

Os valores de b^* do músculo patinho, em função dos meses de congelamento, estão apresentados na Figura 32.

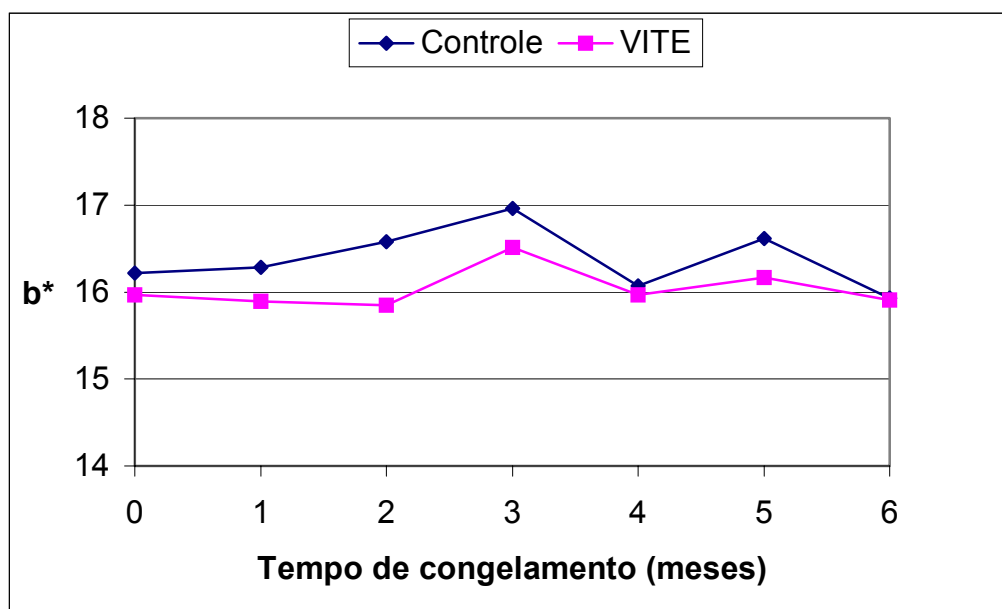


Figura 32 - Valores de b^* do *Quadriceps femuris* em função dos meses de congelamento.

Os valores de b^* apresentaram efeito quadrático ($p < 0,01$) somente de tempo de congelamento, atingindo valores máximos de 16,96 (Controle) e 16,51 (VITE), ambos no 3º mês de congelamento. O aumento de b^* com o tempo de congelamento pode indicar que não houve perda da cor vermelha da carne, porém esses resultados ocorreram mesmo com a ausência de VITE.

4.4.1.4 Perda de Água por Exsudação

Os valores de PAE apresentaram um efeito quadrático em função do tempo de congelamento ($p < 0,01$), variando entre 3,5 e 12,0% (Figura 33). Também foi observado um efeito de tratamento ($p < 0,01$), com menores perdas no tratamento VITE, sugerindo que a suplementação com vitamina E tenha mantido a integridade da membrana celular, influenciando a perda de água por exsudação e a proteção lipídica contra a oxidação.

Castellini et al. (1999) trabalharam com a carne de coelho congelada proveniente de animais suplementados com vitamina E e observaram menores valores de PAE, que as amostras controle, concordando com os resultados desse experimento. De acordo com esses autores, o efeito positivo da vitamina E sobre as perdas de água no gotejamento (PAE) poderiam ser devido à inibição da atividade A_2 da fosfolipase, que reduz a cadeia longa de fosfolídeos livres da mitocôndria e a liberação de cálcio, resultando em estabilidade prolongada das membranas da mitocôndria e da ligação retardada de Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático, diminuindo dessa forma, a glicólise *post mortem* e as perdas de água no gotejamento.

Ainda, segundo o mesmo autor, a diminuição da perda de água por exsudação observada em animais tratados com vitamina E foi explicada devido ao aumento no comprimento do sarcômero. Entretanto, Verma et al. (2000), avaliaram amostras de carne de ovinos tratadas com 0, 6, 8, 10, 12, e 14 ppm de acetato de α -tocoferol e obtiveram médias de perda de água por exsudação significativamente maiores que as amostras do grupo controle.

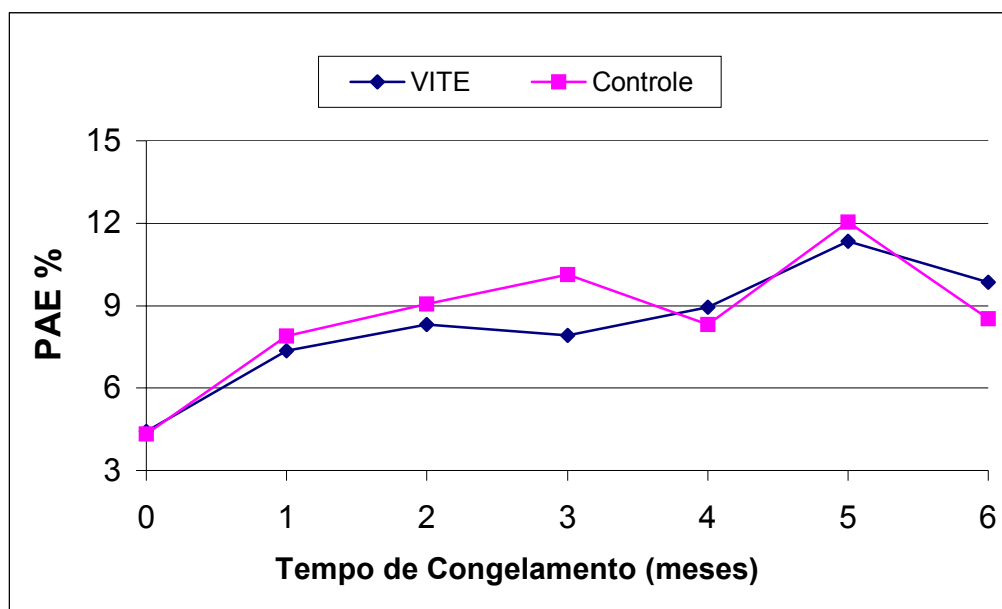


Figura 33 - Valores de Perda de água por exsudação (PAE) do *Quadriceps femoris* em função dos meses de congelamento.

4.4.1.5 Vitamina E

As características da concentração de α -tocoferol nos tempos 0, 2, 4 e 6 meses de congelamento estão apresentadas na Figura 34. Observou-se efeito linear ($p < 0,05$) em relação ao tempo e entre os tratamentos ($p < 0,05$), com maiores concentrações de vitamina E na carne dos animais suplementados em relação à carne dos animais controle.

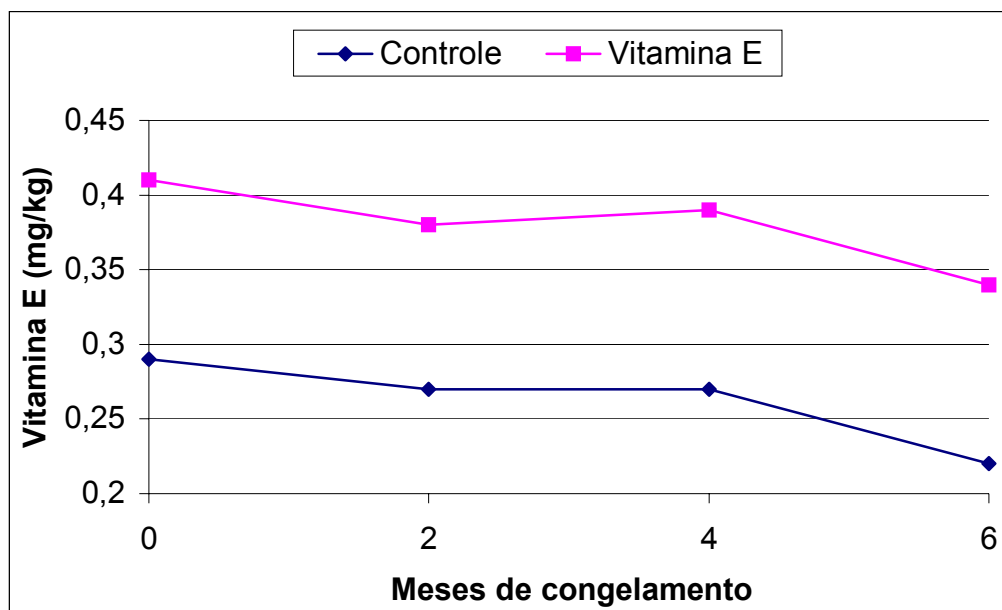


Figura 34 - Valores da concentração de Vitamina E do *Quadriceps femuris* em função dos meses de congelamento.

Formanek et al. (1998) observaram valores significativamente maiores na concentração de α -tocoferol no *Semimembranosus* moído de bovinos holandeses suplementados com 2.000 mg de acetato de α -tocoferyl, congelado a -20°C por 8 semanas em diferentes condições de embalagem. Os autores sugeriram que uma possível explicação para esta diferença entre os tratamentos seria uma elevada concentração de oxigênio nas embalagens, com conseqüente aumento de espécies reativas de oxigênio e consumo de α -tocoferol.

Além disso, Lynch et al. (1999) também observaram diferenças significativas dos níveis de α -tocoferol em três músculos avaliados, com concentrações maiores no *Psoas major*, seguindo do *Longissimus dorsi* e *Gluteus medius*, congelados a -20°C por até 8 semanas.

Em revisão realizada por Liu et al. (1995) foram encontrados, entre 2,0 e 3,0 $\mu\text{g/g}$ de α -tocoferol no *Longissimus dorsi* congelado de bovinos

suplementados com vitamina E e, de acordo com os autores, para que houvesse alguma melhora na cor da carne, os músculos deveriam conter mais que 1,2 $\mu\text{g/g}$ de α -tocoferol, concordando com os resultados obtidos neste experimento.

4.4.1.6 Colesterol

Os teores de colesterol do músculo patinho em função do tempo de congelamento estão apresentados na Figura 35. O colesterol apresentou efeito linear ($p < 0,05$) em função do tempo de congelamento, mas não foi influenciado pelos tratamentos.

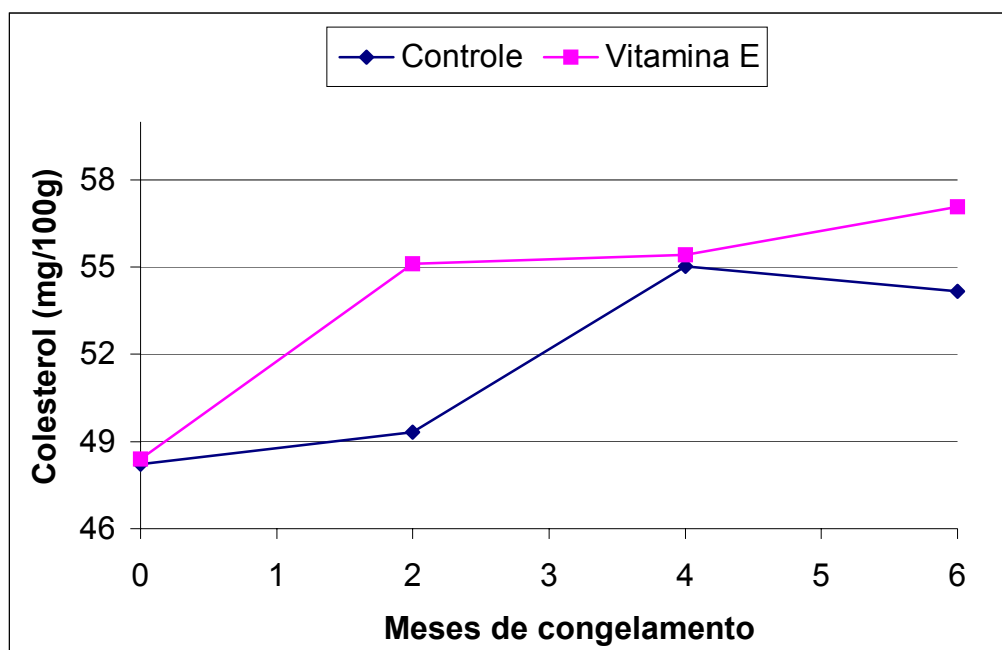


Figura 35 – Teores de Colesterol do *Quadriceps femoris* em função dos meses de congelamento.

Krishnamoorthy et al. (1979) observaram que a estocagem por congelamento, seguida de descongelamento aumentava o teor de colesterol na carne de camarões. Todavia, Bragagnolo et al.(1995) não encontraram diferenças significativas no teor de colesterol entre diferentes cortes cárneos

de bovinos e suínos, porém independente do tratamento com vitamina E. Posteriormente, Bragagnolo (1997), observou valores de colesterol, da ordem de 39 mg/100g no contra-filé de bovinos.

4.4.2 Contra-filé

4.4.2.1 Perda de Água por Exsudação

Observou-se que a PAE aumentou com o tempo de congelamento (Figura 36). Segundo os resultados, houve um efeito foi linear ($p < 0,01$) em função dos meses de congelamento. Também foi verificado um efeito de tratamento ($p < 0,01$), sendo que o tratamento controle apresentou menores PAE em relação aos animais tratados com Vitamina E, contrariamente ao esperado. Esse comportamento poderia ser devido à formação de cristais de gelo no interior dos músculos, que ocorrem durante o congelamento, ou ainda, possíveis alterações da temperatura, no congelamento da carne, que causariam o fenômeno de recristalização, aumentando as perdas de água por exsudação e danificando os tecidos (Lawrie, 1977; Ngapo et al. 1999).

Em trabalho realizado por Ngapo et al. (1999) não foram observadas diferenças significativas de perda de água por exsudação na carne de suínos congelada por até 6 meses. No entanto, Bustabad (1999) observou alterações na perda de água por exsudação na carne de suínos e bovinos, congeladas em diferentes temperaturas. Neste experimento, presume-se que a vitamina E não protegeu a carne dos animais tratados, não minimizando estas perdas de água por exsudação.

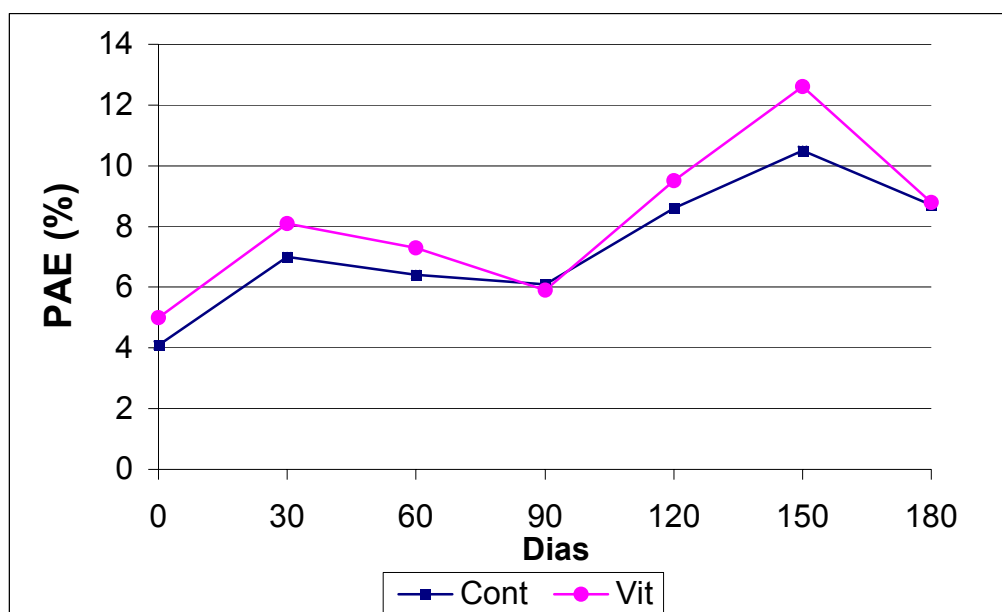


Figura 36 - Valores de Perda de água por exsudação (PAE) do *Longissimus dorsi* em função dos meses de congelamento.

4.4.2.2 Perda de Água no Cozimento

No caso da PAC, também estranhamente, houve um efeito significativo ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que o controle apresentou menores perdas em relação aos animais tratados com Vitamina E (Figura 37). Os resultados das análises estatísticas mostraram que houve efeito linear ($p < 0,01$) e cúbico ($p < 0,01$) para o tratamento VITE e controle respectivamente, em relação ao tempo.

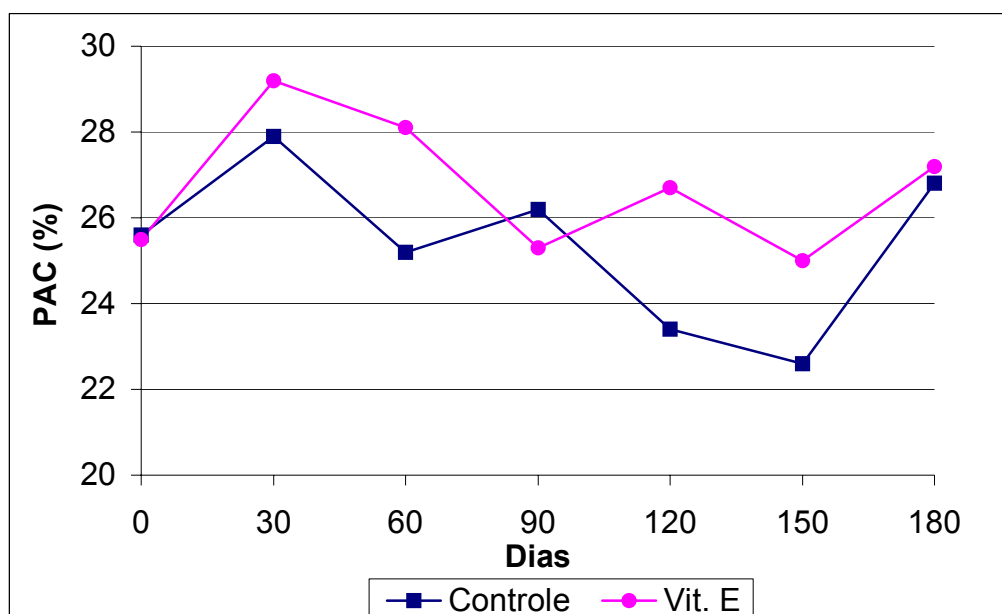


Figura 37 - Valores de perda de água no cozimento (PAC) do *Longissimus dorsi* em função dos meses de congelamento.

4.4.2.3 Força de Cisalhamento

Os resultados da Figura 38 mostram que a textura não apresentou diferença significativa entre animais tratados com Vitamina E e grupo controle. Entretanto, as análises demonstraram haver tendência ($p=0,07$) à diminuição dos valores de força de cisalhamento com o tempo, pois se descartando os últimos pontos, pode-se considerar que o congelamento colaborou para o amolecimento da carne, cuja textura atingiu valores da ordem de 4,3 kg, independentemente do tratamento. Esses resultados diferiram daqueles obtidos por Castellini et al. (1998).

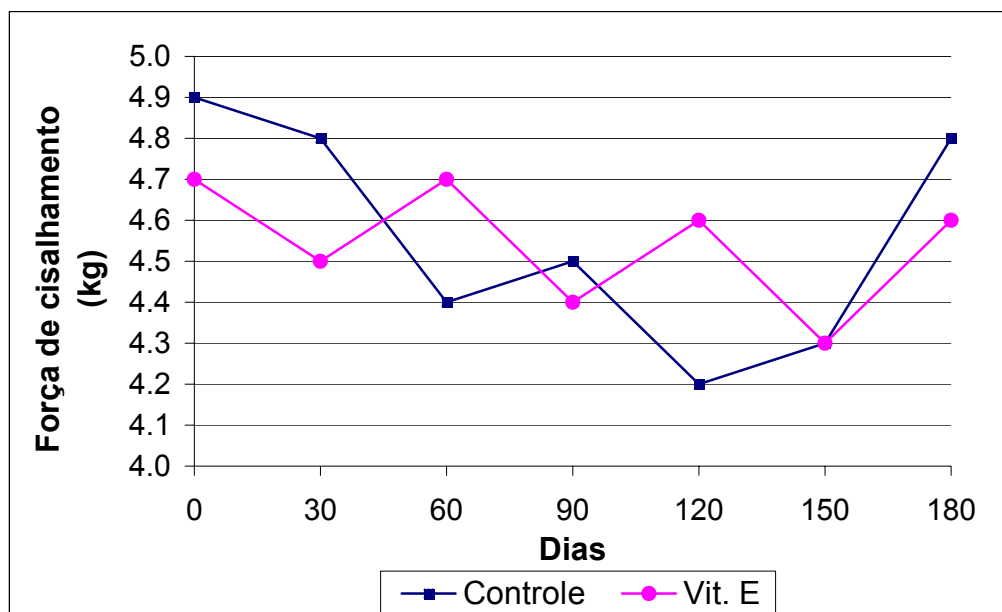


Figura 38 - Valores de Força de Cisalhamento (FC) do *Longissimus dorsi* em função dos meses de congelamento.

4.4.2.4 pH e cor

O pH não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 04). Dufrasne et al. (2000) também não encontraram diferenças significativas de pH até 48 horas após o abate entre animais tratados ou não com vitamina E. Em relação às características L^* , que é o croma associado à luminosidade, essa, apresentou tendência ($p=0,07$) de ser menor para os animais controles em relação aos animais tratados com Vitamina E. Esses resultados podem ser explicados devido à maior exsudação observada na carne dos animais tratados com Vitamina E. Os valores de a^* e b^* apresentaram apenas efeito de tempo ($p<0,01$). O aumento de b^* com o tempo de armazenamento indicou que não houve perda da cor vermelha da carne, porém esses resultados ocorreram mesmo na ausência da suplementação da Vitamina E, sugerindo que a embalagem à vácuo foi

eficiente como agente de proteção. Esses resultados estão em desacordo com o trabalho de Lynch et al. (1999).

Tabela 04 – Médias dos valores de pH, parâmetros de cor (L*, a* e b*), nos diferentes tratamentos e tempos de congelamento.

Características	Controle		Vit. E	
	0 mês	6 meses	0 mês	6 meses
pH	5,4	5,5	5,4	5,5
L*	42,3	41,1	41,8	39,4
A*	15,5	13,1	15,5	12,5
B*	13,8	15	13,5	14,4

5. CONCLUSÕES

No contexto atual das pesquisas, pode-se considerar que a suplementação com Vitamina E em bovinos Nelore não apresentou efeito positivo sobre as características químicas e físico-químicas da carne desses animais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABULARACH, M.L.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contra-filé (m. *L.dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- ABU-TARBOUSH, H.M.; DAWOOD, A. Cholesterol and fat contents of animal adipose tissues. **Food Chemi.**, v.46, p.89-95, 1993.
- ANUALPEC – Anuário estatístico da pecuária de corte. São Paulo:FNP (Consultoria / Argos Comunicação), 2000. p.103-105.
- AOAC. Official methods of analysis. 15.ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists, 1997.
- AUGUSTINI, C.; SCWARTZ, F.J.; KIRCHGESSNERM, M. Improvement of the quality of beef dietary vitamin E supplementation in the finishing period of young bulls. 2. Colour, fat stability and drip loss. **Fleischwirtschaft**, v.78, n.3, p.208-215, 1998.
- BARTLE, S. J. e PRESTON, R. L. Limited maximum intake, reduced roughage regime and steam-flaked sorghum grain, roughage level, and feeding regime for feedlot steers. **Agric. Sci. Tech. Report.**, n^o T-5-317, Texas Tech Univ., Lubbock, TX, p.128-133, 1992.
- BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; MILLER, M. F. Dietary energy source and density: Effects of roughage source roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **J. Anim. Sci.**, 72(8)1943-53, 1994.
- BLUMER, T.N. Relationship of marbling to the palatability of beef. **J. Anim.Sci.**, v.22, p.771-779, 1963.
- BOAKYE, K. & MITTAL, G.S. Changes in colour of beef M. *longissimus dorsi* muscle during ageing. **Meat Science**, v.42, n.3, p.347-354, 1996.

- BOWLING, R.A.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.; DUTSON, T.R.; OLIVER, W.M. Comparison of forage-finished and grain-finished beef carcasses. **J. Anim. Sci.**, v.45, n.2, p.209-215, 1977.
- BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne.** Campinas, São Paulo, 1997. 91 p. Tese (doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade de Campinas.
- BRAGAGNOLO, N. & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciênt. Tecnol. Aliment.**, v.15, p.11, 1995.
- BUCKLEY, D.J.; MORRISEY, P.A.; GRAY, J.I. Influence of dietary vitamin E on oxidative stability and quality of pig meat. **J. Anim.Sci.**, v.73, p.3122-3130, 1995.
- BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; TITTO, E.A.L.; LANNA, D.P.D. 2000. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Rev. Bras. Zootec. Viçosa.**, 2001./No prelo/.
- BUSTABAD, O.M. Weight loss during freezing and the storage of frozen meat. **Journal of Food Engineering**, v.41, p.1-11, 1999.
- BYRNEA, C. E.; TROY, D. J.; BUCKELY, D. J. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine M. longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. **Meat Science**, v.54, n.1, p.23-34, 2000.
- CANNON, J.E.; MORGAN, J.B.; SCHMIDT, 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. **J. Anim.Sci.**, v.74, p.98-105, 1996.
- CASTELLINI, C.; DAL BOSCO, A.; BERNARDINI, M.; CIPRIL, W. Effect of dietary Vitamin E on oxidative stability of raw and cooked rabbit meat. **Meat Science**, v.50, n.2, p.153-161, 1998.
- CASTELLINI, C.; DAL BOSCO, A.; BERNARDINI, M. Effect of dietary vitamin E supplementation of the characteristics of refrigerated and frozen rabbit meat. **Italian Journal Food Science**, v.11,n.2, p.151-160, 1999.
- CICHOSKI, A.J.; TERRA, N.N. Características sensoriais em carne. **Higiene Alimentar**, v.10, n.46, p. 32-43, 1996.

- COMBS, G. F.J. The Vitamins. Fundamental Aspects In Nutrition and Health. Academic Press//: San Diego, p.618, 1998.
- CONTREAS, C.J.C. Uso da refrigeração para evitar encurtamento muscular. **Revista Nacional da Carne**, v.17, n.198, p.67-67, 1993.
- CORÓ, A.G., YOUSSEF, E.Y; SHIMOKOMAKI, M.1999. Carne do zebu: O que está atrás da sua textura. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.23, n.271, p.28-34, 1999.
- CROSS, H.R.; DURLAND, P.R.; SEIDEMAN, S.C. Sensory qualities of meat. In: BECHTEL, P.J., Muscle as food. 3.ed. USA-ARS, US **Meat Animal Research Center**, Clay Center: Nebraska, 279-315, 1986.
- CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **J. Anim.Sci.**, v.67, p.2661-2668, 1989.
- CROWDER, M.J.; HAND, D.J. **Analysis of repeated measures**. London : Chapman & Hall, 1990, 257 pp.
- DAUDIN, J.D. La congélation. In: GIRARD, J.P. Technologie de la viande et des produits carnés. **Institut National de la Recherche Agronomique**, Paris,5-31, 1988.
- DenHERTOGMEISCHKE, M.J.A.; SMULDERS, F.J.M.; HOUBEN, J.H.; IKELENBOOM, G. The effect of dietary vitamin E supplementation on drip loss bovine Longissimus lumborum, Psoas major and Semitendinosus muscles. **Meat Science**, v.45, n.2, p.153-160, 1997.
- DUFRASNE, C.; MARCHE, A.; CLINQUART, J.L.; HORNICK, C.; VAN EENAEME, L. Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed. **Livestock Production Science**, v.65, p.197-201, 2000.
- EUGENIOS, K.; PAUL, B.A. Novel HPLC analysis of tocopherols, tocotrienols, and cholesterol in tissue. **Free Radical Biology & Medicine**, v.27, n.11/12, p.1137-1140, 1999.
- FAUSTMAN, C.; CASSENS, R.G.; SCHAEFER, D.M.; BUEGE, D.R.; SCHELLER, K.K. Vitamin E supplementation of Holstein steer diets improves sirloin steak color. **J. Food Sci.**, v.54, p.485-486, 1989a.
- FAUSTMAN, C.; CASSENS, R.G.; SCHAEFER, D.M.; BUEGE, D.R.; SCHELLER, K.K.; WILLIAMS, S.N. Improvement of pigment and

- lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. **J. Food Sci.**, v.54, p.858-862, 1989b.
- FELÍCIO, P.E. **Carcass composition and quality traits of zebu steers slaughtered in the state of São Paulo Brazil.** Kansas-USA, 1982. 217 p. Tese (Doutorado) – Kansas State University, USA.
- FELÍCIO, P.E. Fatores *ante e post mortem* que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 30., Rio de Janeiro, 1993. Anais. Rio de Janeiro, 1993. p.43-52.
- FELÍCIO, P.E. A carne de Nelore para o consumidor. In: Seminário Manah. O Nelore para a carne, 5, 1995, Brotas. **Anais.** Brotas. Fazenda Mundo Novo, p.11, 1995.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e postmortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: **Produção do Novilho de Corte.** A.M. Peixoto, J.C. Moura & V.P. Faria Eds. P.79-97. FEALQ, Piracicaba, 1997.
- FORMANEK, Z.; KERRY, J.P.; BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A.; FARKAS, J. Effects of dietary vitamin E supplementation and packaging on the quality of minced beef. **Meat Science**, v.50, n.2, p.203-210, 1998.
- FORMANEK, Z.; KERRY, J.P.; HIGGINS, F.M.; BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A.; FARKAS, J. Addition of synthetic and natural antioxidants to α -tocopheryl acetate supplemented beef patties: effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation. **Meat Science**, v.58, p.337-341, 2001.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III Cattle requirements and diet adequacy. **J.Anim.Sci.**, 70:3578-3596, 1992.
- GASPERLIN, L.; ZLENDER, B.; ABRAM, V. Colour of normal and high pH beef heated to different temperatures as related to oxygenation. **Meat Science**, v.54, p.391-398, 2000.
- GATELLIER, P.; HAMELIN, C.; DURAND, Y.; RENERRE, M. Effect of 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.
- GOLL, D.E.; THOMPSON, V.F.; TAYLOR, R.G.; CHRISTIANSEN, J.A. Role of the calpain system in muscle growth. **Biochimie**, v.74, p.225-237, 1992.

- GRADY, M.N.; MONAHAN, F.J.; FALLON, R.J.; ALLEN, P. Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. **J. Anim. Sci.**, v.79, p.2827-2834, 2001.
- HAGER, L.B. Evaluation of carcass traits, connective tissue, and myofibrillar proteins characteristics on tenderness of f1 steers sired by *Bos indicus* bulls. M.S. Thesis, Texas A&M University, College Station, TX, 2000.
- HARRISON, A.R.; SMITH, M.E.; ALLEN, D.M.; HUNT, M.C.; KASTNER, C.L.; KROPF, G.C. Nutritional regime effects on quality and yield characteristics of beef. **J. Anim. Sci.**, v. 47, p. 383-388, 1978.
- HATFIELD, P.G.; DANIELS, J.T.; KOTT, R.W.; BURGESS, D.E.; EVANS, T.J. Role of supplemental vitamin E in lamb survival and production: A review. Proceedings of American Society of Animal Science, 1999.
- HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science**. 3^a Ed. Dubuque: Hendall/Hunt Publishing Company, 1993.
- HILL, G.M.; WILLIAMS, S.E. Vitamin and effects on performance of growing-finishing beef cattle and meat quality. [on line]. Disponível na internet via http://www.ads.uga.edu/1995/95_025.htm Arquivo capturado em 10 de Julho de 2001.
- HOUBEN, J.H.; van DIJK, A.; EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H. Effect 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, 2000.
- HOVING-BOLINK, A.H.; EIKELENBOOM, G.; Van DIEPEN, J. Th.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.
- IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M. HISSA, K.; PUOLANNE, E. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. **Meat Science**, v.55, n.1, p.25-31, 2000.
- JENSEN, C.; GUIDERA, J.; SKOVGAARD, I.M.; STAUN, H.; SKIBSTED, L.H.; JENSEN, S.K.; MOLLER, A.J.; BUCKEY, J.; BERTELSEN, G. Effects of Dietary 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.
- JUDGE, M.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R. A. **Principles of Meat Science**. Dubuque: Kendall/Hunt, p.351, 1989.
- KOOMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat Science**, v.43, n.5, p.S193-S201, 1996.
- KOOHMARAIE, M; CUTTER, C.N.; DORSA, W.J.; SHACKELFORD, S.D.; SIRAGUSSA, G.R.; WHEELER, T.L. A summary of beef quality and meat safety research. U.S. Meat Animal Research Center – MARC. Clay Center – NE. 1997. 22p.
- KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D. Eliminating inconsistent beef tenderness with calcium-activated tenderization. In: NEBRASKA CATTLEMAN ASSOCIATION WORKSHOP, 1993, Kearney. **Proceedings**. Kearney, 1993.
- KOOMARAIE, M., WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D. Beef tenderness: regulation and prediction. USDA-ARS, US Meat Animal Research Center: Nebraska, 1994. 11p.
- KOOMARAIE, M., WHEELER, T.L., SHACKELFORD, S.D. Sampling, Cooking, and Coring Effects on Warner-Bratzler Shear Force Values in Beef. **J. Anim.Sci.**, v.74, n.7, p.1553-1562, 1996.
- KRISHNAMOORTHY, R.V.; VENKATARAMIAH, A.; LAKSHMI, G.J.; BIESIOT, P. Effects of cooking and frozen storage on the cholesterol content of selected shellfish. **J. Food Sci.**, v.44, p.314-321, 1979.
- KUBOTA, E.H., OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, p.12-15, 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. **J. Food Sci.**, v.58, p.701-704, 1993.
- LAWRIE, R.A. **Avances de la Ciencia de la Carne**. 2 ed. Zaragoza, Espanha: Acribia. 310p, 1977.
- LIU, Q.; LANARI, C.; SCHAEFER, D.M. A review of dietary vitamin e supplementation for improvement of beef quality. **J. Anim.Sci.**, v. 73, p. 3131-3140, 1995.

- LUCIARI FILHO, A., MOURA, A. C. Situação atual e tendências da pecuária de corte no Brasil relacionados à qualidade da carne. In: **I Simpósio Internacional sobre Produção Intensiva de Gado de Corte**. São Paulo, p. 42-44, 1997.
- LYNCH, 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, p.95-99, 1999.
- McDOWELL, L.R.; WILLIAMS, S.N.; HIDIROGLOU, N.; NJERU, C.A.; HILL, G.M., OCHOA, L.; WILKINSON, N.S. Vitamin E supplementation for ruminant. **Animal Feed Technology**, v.60, p.273-296, 1996.
- MILLER, R. K. United States initiatives to reduce variability in beef and pork eating quality. In: International Congress of Meat Science and Technology, 43, 1997, Auckland. **Proceedings**. Auckland, p.52, 1997.
- MILLER, R.K. Obtendo Carne de Qualidade Consistente. In: 1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, v.1, n.1, São Pedro, 2001. Anais. São Pedro, 2001. p.123-142.
- MITSUMOTO, M.; OZAKA, S.; MITSUHASHI, T.; KOIDE, K. Effect 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.; ASGHAR, a.; GRAY, J.I.; BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A. Influence of dietary vitamin E (α -tocopherol) on the colour stability of pork chops. Proc. Intl. Congress. Meat Science and Technology v.38, 543p., 1992a.
- MYERS, S.E.; FAULKNER, D.B.; NASH, T.G.; BERGER, L.L.; PARRET, D.F.; McKEITH, F.K. Performance and carcass traits of early-weaned steers receiving either a pasture growing period or a finishing diet at weaning. **J. Anim.Sci.**, v.77, p.311-322, 1999.
- NGAPO, T.M.; BABARE, I.H.; TEYNOLDS, J.; MAWSON, R.F. A preliminary investigation of the effects of frozen storage on samples of pork. **Meat Science**, v.53, p.169-177, 1999.
- PARDI, M.C.; SANTOS, I.F. dos; SOUZA, E.R. de; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: UFG, 1995. 1v.
- PINKERTON, W. 1993. Vitamin E poses economic breakthrough for meat industry: What the research says. Research/Meat Science

Update. Volume 1, Number 1, page 2. National Live Stock & Meat Board, Chicago IL.

PRINGLE, T. D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S.; JOHNSON, D.D.; WEST, R.L. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbreed steers. **J. Anim.Sci.**, v. 75, p.2955-2961, 1997.

PURCHAS, R. W. Some experiences with dark-cutting beef in New Zealand. In: PROCEEDING OF AN AUSTRALIAN WORKSHOP. AUSTRALIA MEAT AND LIVE-STOCK RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION. Sydney. **Proceedings**. Sidney, p.42-51, 1988.

RIBEIRO, F.G. **Qualidade da carcaça e da carne de tourinhos alimentados com dieta de alta energia em confinamento**. Pirassununga, São Paulo, 2000. 95 p. Tese (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.

RUBENSAM, J.M.; FELICIO, P.E; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos Indicus* na atividade da calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.405-409, 1998.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT® User's Guide**, Version 6, 4th Edition, Volume 2, Cary : SAS Institute Inc, 1989, 846 pp.

SZCZESNIAK, A.S. Sensory texture evaluation methodology. In: Anual Reciprocal Meat Conference, 39, Chicago. **Proceedings**. Chicago, p.86, 1986.

SULLIVAN, M.G.; BYRNE, D.V.; STAGSTED, J.; ANDERSEN, H.J.; MARTENS, M. Sensory colour assessment of fresh meat from pigs supplemented with iron and vitamin E. **Meat Science**, v.60, p.253-265, 2002.

TUBINO, D.F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo – SP, 1997, Atlas. P.217.

VERMA, S.P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat Science**, v.56, p.403-413, 2000.

VESTERGAARD, M.; THERKILDSEN, M.; HENCKEL, P.; JENSEN, L.R.; ANDERSEN, H.R., SEJRSEN, K. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. **Meat Science**, v.54, p.187-195, 2000.

WARKUP, C. The development of "Blueprint" specifications for improved meat quality. In: International Congress of Meat Science and Technology, 43, Auckland. **Proceedings**. Auckland, p.26, 1997.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.St. A theoretical-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Anim. Feed Sci., Technology**. Amsterdam, v.39, p.95-110, 1992.