



**INSTITUTO FEDERAL**

Mato Grosso

Campus Cuiabá - Bela Vista

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS  
NO MÚSCULO *Longissimus dorsi* DE NOVILHOS PANTANEIROS  
CRIADOS EM PASTO COM CAPIM MIMOSO (*Axonopus purpusi*)  
E SEMICONFINADOS POR 90 DIAS

**TATIANE REGINA ALVES DA CUNHA**

**CUIABÁ - MT**

**Agosto 2015**

**TATIANE REGINA ALVES DA CUNHA**

Orientador: João Vicente Neto

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO  
*Longissimus dorsi* DE NOVILHOS PANTANEIROS CRIADOS EM PASTO COM  
CAPIM MIMOSO (*Axonopus purpusi*) E SEMICONFINADOS POR 90 DIAS**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e linha de pesquisa em Qualidade de alimentos para obtenção do título de Mestre.

**CUIABÁ - MT**

**2015**

Ficha Catalográfica deverá ser emitida pela Biblioteca e Documentação do IFMT, Campus Cuiabá – Bela Vista.

C972q

Cunha, Tatiane Regina Alves da

Qualidade físico-química e perfil dos ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados em pasto com capim mimoso (*Axonopus purpusi*) e semiconfinados por 90 dias. / Tatiane Regina Alves da Cunha. \_ Cuiabá, 2015. 74f.

Orientador: Prof. Dr João Vicente Neto

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)\_ Programa de Pós-graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. Qualidade de carne – Dissertação. 2. Sistema de manejo – Dissertação. 3. Pecuária pantaneira - Dissertação. I. Vicente Neto, João. II. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 637.5.03

CDD 664.09

TATIANE REGINA ALVES DA CUNHA

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO  
*Longissimus dorsi* DE NOVILHOS PANTANEIROS CRIADOS EM PASTO COM  
CAPIM MIMOSO (*Axonopus purpus*) E SEMICONFINADOS POR 90 DIAS.**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e linha de pesquisa em Qualidade de alimentos para obtenção do título de Mestre.

Data da aprovação: 27 de agosto de 2015

---

P.hD Gilma Silva Chitarra - IFMT *campus* Bela Vista

---

Prof. Dr. José Masson - IFMT *campus* Bela Vista

---

Prof. Dra. Andréa Luiza Ramos Pereira Xisto - IFMT *campus* Cáceres

**ATESTADO**

Atesto terem sido feitas as correções sugeridas pela Comissão Examinadora.

---

Orientador: Dr. João Vicente Neto  
Presidente da Comissão Examinadora

**CUIABÁ-MT**

**2015**

*À minha família, meu alicerce!*

*Aos pais maravilhosos, Benedito Rosário e Berenice Maria, por todo amor, confiança e  
pelo belo exemplo de seres humano..*

*Ao meu querido esposo, Wilton, pelo companheirismo, paciência e apoio  
A minha amada filha Maria Luiza.*

*Ao meu orientador, Prof. João Vicente Neto, pela confiança, apoio e amizade  
Ofereço, dedico e agradeço.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado em todos os momentos, até mesmo naqueles em que fraquejei e duvidei.

Aos meus pais, Benedito Rosário Alves da Cunha e Berenice Maria Costa da Cunha, pelo incentivo e amor incondicional.

Ao meu esposo, Wilton Souza de Arruda, pela paciência, amor e incentivo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Vicente Neto, por tantas horas a mim dedicadas, pelos ensinamentos, competência e oportunidade.

À Dra. Erika Cristina Rodrigues, pelas horas dispensadas para a realização das análises laboratoriais, pela amizade e pelo incansável auxílio.

Aos colegas, Krishna Rosa, Tatiane Rodrigues, Marcela Rios, Alle Atala e Julio Costa, que, de uma maneira ou de outra, somaram para a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Masson pela constante solicitude e aos demais professores do PPGCTA pela atenção dispensada.

À banca de qualificação e de defesa, pelas sugestões e contribuições valiosas para a confecção desta dissertação, Dra. Erika Cristina Rodrigues, Prof. Dr. José Masson, Profa. P.hD. Gilma Silva Chitarra e Profa. Dra. Andréa Xisto.

Aos técnicos e estagiários da Coordenação de Laboratório do IFMT- *Campus* Bela Vista pela cooperação, em especial ao colega, Cleversom Arantes do Carmo, pelas vezes que estendeu seu horário de trabalho, sempre de bom humor, para que eu pudesse finalizar parte das análises.

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro.

A todos que colaboraram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

EPÍGRAFE

*“A beleza não está na partida nem na chegada, mas na travessia.”*  
*(Guimarães Rosa)*  
)

## RESUMO

Cunha, Tatiane Regina Alves. Qualidade físico-química e perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados em pasto com capim mimoso (*Axonopus purpusi*) e semiconfinados por 90 dias. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá – Bela Vista, 2015. 74 p.

### RESUMO

Objetivando-se a avaliação das características de qualidade e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros anelorados, 14 animais com 12 meses de idade foram submetidos a alimentação exclusivamente (PN) a pasto nativo e 14 animais foram submetidos a alimentação com pasto nativo, mais ração com 18% de PB (PN+SC) durante 90 dias. Os animais PN+SC apresentaram rendimento de carcaça (52,33%) superior aos animais criados em PN (50,03%). O teor de lipídeos foi influenciado pelo sistema de criação, sendo superiores nos animais criados em PN. Houve predominância de ácidos graxos monoinsaturados e ômega 9 em ambos os sistemas de criação estudados, sendo superiores nos animais criados somente sob pastejo. O músculo estudado apresentou valores de cor CIELab condizente com característica de animais jovens. Constatou-se que animais alimentados com PN+SC por 90 dias eleva o rendimento de carcaça sem interferir nas demais características de qualidade e perfil de ácidos graxos.

Palavras-chave: qualidade de carne, sistema de manejo, pecuária pantaneira.

### ABSTRACT

Aiming to evaluate quality characteristics and fatty acid profile in *Longissimus dorsi* muscle from Pantanal Zebu breed, 14 animals with 12 months old were only fed with native pasture (PN) and 14 animals were fed on pasture native, plus concentrated diet with 18% CP (PN+SC) for 90 days. The PN+SC animals showed yield carcass (52.33%) superior than animals raised on PN (50.03%). The lipid amount was influenced by system raising, being higher in animals raised on PN. There was a predominance of monounsaturated fatty acids and omega 9 in both systems studied, being higher in animals raised on PN. The tested muscle presented CIELab color values characteristic of young animals. It was found that animals fed PN+SC for 90 days increase yield carcass, no interfere on quality characteristics and fatty acid profile.

Key words: Meat quality, raising system, Pantanal livestock



**LISTA DE TABELAS****Capítulo 2**

- Tabela 1 – Composição centesimal na matéria seca (MS) e perfil de ácidos graxos do capim mimoso (*Axonopus purpusii*) e ração consumida pelos novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias.....61
- Tabela 2 – Médias de pH e Rendimento de Carcaça (RC) no músculo Longissimus dorsi de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias.....62
- Tabela 3 – Médias de pH e Rendimento de Carcaça (RC) no músculo Longissimus dorsi de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias. ....62
- Tabela 4 – Médias de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias.....63
- Tabela 5 – Médias de Cor objetiva (L\*, a\*, b\*, Chroma Index – C e Hue angulo - h), Força de cisalhamento (FC) e Perda de peso por cozimento (PPC) no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias. ....64

## LISTA DE ABREVIATURAS

AG	Ácidos graxos
AGM	Ácidos graxos monoinsaturados, MUFA
AGP	Ácidos graxos poli-insaturados, PUFA
AGS	Ácidos graxos saturados, SFA
A.O.A.C-	Association of Official Analytical Chemists (Associação de Métodos Analíticos Oficiais).
CA	Conversão alimentar
CAL	Calorias
CLA	Ácido Linoléico Conjugado
CRA	Capacidade de retenção de água
C14:0	Ácido mirístico
C14:1	Ácido miristoléico
C15:0	Ácido pentadecílico
C15:1	Ácido 5-pentadecanóico
C16:0	Ácido palmítico
C16:1	Ácido palmitoléico
C17:0	Ácido margárico
C17:1	Ácido 10-heptadecenóico
C18:0	Ácido esteárico
C18:1 9t	Ácido oléico trans
C18:1 9c	Ácido oléico <i>cis</i> , $\omega 9$ , <i>n-9</i>
C18:2	Ácido linoleico, LA, $\omega 6$ , <i>n-6</i>
C18:3	Ácido $\alpha$ linolênico, LNA, $\omega 3$ , <i>n-3</i>
C18:3	Ácido $\gamma$ -linolênico
C18:1 C9	Ácido oléico
C18:2 C9 T11	Ácido linoléico conjugado
C20:0	Ácido araquídico
C22:1	Ácido erúcico
C22:6	Ácido cervônico (DHA)
DHA	Ácido docosaenoico
EE	Extrato etéreo
EPA	Ácido eicosapentaenoico
EPM	Erro padrão da média
HDL	Lipoproteínas de alta densidade
IA	Índice de Aterogenicidade
IT	Índice de Trombogenicidade
LD	<i>Longissimus dorsi</i>
LT	Lipídeos totais
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
MUSC	Músculo
PB	Proteína bruta
PN	À pasto nativo
PN+SC	Pasto nativo + semiconfinado
PPC	Perda de peso por cocção
SC -	semiconfinado
VLDL -	lipoproteínas de muito baixa densidade

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

<b>1. Introdução</b>	
<b>2. REVISÃO DE LEITURA</b>	<b>15</b>
2.1 Características da pecuária de corte no Pantanal	15
2.2 Vitelo pantaneiro	18
2.3 Qualidade tecnológica da carne em função do sistema de manejo	19
2.4 Parâmetros físicos relacionados à qualidade das carnes	22
2.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)	22
2.4.2 Cor	24
2.4.3 Perda de peso por cozimento (PPC)	26
2.4.4 Força de cisalhamento (Maciez)	27
2.4.5 Composição química da carne	28
2.4.5.1 Composição Centesimal	28
2.4.5.2 Umidade (Água)	29
2.4.5.3 Extrato etéreo	31
2.4.5.4 Proteínas	31
2.4.5.5 Cinzas	33
2.4.6 Perfil de ácidos graxos	34
2.4.6.1 Ácidos graxos saturados (AGS)	36
2.4.6.2 Ácidos graxos monoinsaturados (AGM)	38
2.4.6.3 Ácidos graxos poli-insaturados (AGP)	38
<b>3. REFERÊNCIAS</b>	<b>41</b>

### CAPÍTULO 2

<b>QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO LONGISSIMUS DORSI DE NOVILHOS PANTANEIROS CRIADOS EM PASTO COM CAPIM MIMOSO (<i>AXONOPUS PURPUSII</i>) E SEMICONFINADOS POR 90 DIAS</b>	<b>54</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>55</b>
<b>RESUMO</b>	<b>55</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>56</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>57</b>

2.1	Material experimental e coleta de amostra .....	57
2.2	Delineamento experimental .....	58
2.3	Análises físico-químicas .....	58
2.3.1	Composição centesimal .....	58
2.3.2	Determinação de pH final .....	58
2.3.3	Perfil de ácidos graxos.....	58
2.3.4	Determinação da Cor Objetiva .....	60
2.3.5	Força de cisalhamento (FC) .....	60
2.3.6	Perda de peso por cozimento (PPC).....	60
2.4	Análises estatísticas.....	60
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>61</b>
3.1	Composição química e perfil de ácidos graxos da ração e pasto nativo .....	61
3.2	Rendimento de carcaça e pH final .....	62
3.3	Composição centesimal .....	62
3.4	Perfil de ácidos graxos.....	62
3.5	Cor objetiva, Força de cisalhamento e Perda de peso por cozimento .....	64
<b>4.</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>64</b>
4.1	Rendimento de carcaça e pH final .....	64
4.2	Composição centesimal .....	65
4.3	Perfil de ácidos graxos.....	65
4.4	Cor objetiva, Força de cisalhamento e Perda de peso por cozimento .....	70
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>71</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>71</b>

## **CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo (MAPA, 2015), fazendo com que a atividade da pecuária exerça importante papel no que se refere ao comércio internacional e ao desenvolvimento econômico interno do país.

Dentro desse panorama, o estado de Mato Grosso se destaca por ser detentor do maior rebanho bovino, cerca de 28,7 milhões de animais (IMEA, 2015). Distribuídos em municípios ou regiões polos de produção, a exemplo Cáceres e Juara, os quais recentemente têm buscado políticas e manejos que associem produtividade e sustentabilidade ambiental (IMEA, 2015), a fim de reduzir seus custos de produção ou até, mesmo, agregar valor em seu produto final.

Em virtude disso, pecuaristas enfrentam o desafio de propor um sistema de produção mais eficiente, com o uso de técnicas que priorizam o encurtamento do ciclo de produção, a fim de ofertar produtos com melhores atributos de qualidade sem deixar de atender aos princípios da preservação e conservação ambiental e da sanidade animal.

Por outra ótica, os consumidores buscam, além da qualidade inerente ao produto, outros atrativos sensoriais aparentes nos alimentos. Em relação ao consumo de carnes, os consumidores são atraídos não só pela cor e aparência, mas também pela maciez e suculência e, principalmente, atributos presentes em cortes magros.

Entretanto, o consumo de carnes vem sendo debatido mundialmente, principalmente quando se refere à carne vermelha, a qual é considerada fonte de gorduras saturadas, as quais, muitas vezes, estão associadas a doenças coronarianas.

Diversas pesquisas ao redor do mundo buscam demonstrar melhor eficiência no sistema produtivo de carnes, testando diferentes tipos de alimentos e sistemas de criação, objetivando a produção de carnes com qualidade físico-química superior, que ensejaria uma dieta mais vantajosa ao ser humano. Em uma recente pesquisa realizada por McNeill (2014), foi demonstrado que a carne vermelha pode ser incluída, com sucesso, nas recomendações e padrões alimentares saudáveis para o coração, sem prejuízo para os lipídeos do sangue. Inclusive, o aumento de proteína na dieta melhora a vitalidade e resistência, promove maior saciedade, contribuindo assim, para a manutenção do peso corporal saudável.

Somando-se a isso, há uma tendência mundial em buscar alimentos naturais, sem aditivos alimentares ou presença de antibióticos prejudiciais à saúde humana, o que tem levado a um crescente interesse dos consumidores pela carne de bovinos

criados a pasto, com introdução mínima de insumos externos ao sistema de produção, de modo que haja menor degradação possível dos recursos naturais e da diversidade biológica, compatibilizando eficiência e sustentabilidade.

Considerando este cenário, aliado à aptidão natural do pantanal mato-grossense em produzir bovinos de corte, devido as suas condições edafoclimáticas, e por possuir diversidade em espécies forrageiras nativas, que constituem a principal fonte de alimento para o gado, é oportuno que se busquem novos modelos de produção, com emprego de técnicas atuais e economicamente viáveis, em sistemas de produção ecossustentáveis, de maneira que sejam atrativas ao mercado consumidor e, ao mesmo tempo, harmônico com outras atividades desenvolvidas na região, como o turismo ecológico e a pesca amadora.

Em função do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar a interferência do manejo de criação nas características físico-químicas e no perfil de ácidos graxos em carne de bezerros pantaneiros anelados, submetidos à terminação em pasto nativo e semiconfinamento por 90 dias.

## 2. REVISÃO DE LEITURA

### 2.1 Características da pecuária de corte no Pantanal

A pecuária de corte é a principal atividade econômica da região do Pantanal, cuja origem remonta ao século XVIII. Desde a sua implantação, a pecuária pantaneira passou por diversos ciclos econômicos ao longo do tempo (ABREU et al., 2001). Por outro lado, outras atividades como o turismo ecológico e mineração também apresentam potencial de desenvolvimento. Segundo, Santos et al. (2002), a pesca esportiva é a segunda fonte de divisas da região, pois atrai grande número de turistas. Em função da riqueza em espécies da fauna e flora, o Pantanal é considerado Santuário Ecológico da Humanidade, Patrimônio Nacional, Sítio do Patrimônio Natural Mundial e Reserva da Biosfera.

O Pantanal é conhecido mundialmente por ser a maior planície inundável do planeta e também por sua biodiversidade em recursos genéticos animais e vegetais, comunidades, ecossistemas e unidades de paisagem com cerca de 140.000 km<sup>2</sup> em território brasileiro (SANTOS et al., 2009). Localiza-se na porção central da América do Sul, extremo norte da Bacia Platina (15°45' a 22°5'S; 54°5' a 58° W). As características geológicas, geomorfológicas e climáticas dessa região, em conjunto com as variações hidrológicas sazonais, formam planícies distintas quanto à duração e altura das inundações (BRASIL, 1974).

Na região do Pantanal, a atividade econômica predominante é a criação extensiva de gado de corte, sendo a raça Nelore (*Bos indicus*), a dominante. Por outro lado, a raça Pantaneira (*Bos taurus ibericus*), que foi a base da economia da região no século passado, está restrita a poucos núcleos de criação (BARBOSA et al., 2014).

O bovino pantaneiro foi base da economia da região por cerca de três séculos, porém, nas primeiras décadas do século passado, esse tipo local foi sendo substituído gradativamente por raças zebuínas. Conforme Massa et al. (1994), o zebu adentrou no Pantanal num processo um pouco mais lento que em outras regiões, devido às condições adversas da criação ultra extensiva. Apesar da rejeição inicial do zebu, este foi lentamente se estabelecendo no Pantanal através de cruzamentos absorventes. Atualmente, as raças zebuínas predominam no Pantanal, principalmente a Nelore, que se adaptaram às condições da região. Sendo que, a produtividade de bovinos de corte em pastagem nas regiões



tropicais está diretamente relacionada à capacidade de adaptação às condições ambientais, tais como a tolerância ao calor (McManus et al., 2009, Barbosa et al., 2014). Conforme Rosa, (1997), dentre as raças que suportam as condições ambientais do Pantanal, estão as zebuínas, especialmente a Nelore, que desenvolveram características que possibilitam atuar de maneira eficiente, com economia de energia, mantendo o conforto térmico e a adaptabilidade ao regime extensivo de criação, em ambiente de secas e cheias periódicas

A pecuária bovina de corte tradicional implantada há mais de 200 anos no Pantanal vem moldando as unidades de paisagem da região com pouco impacto, pois a base alimentar são os recursos forrageiros nativos. Para garantir a conservação da região é de fundamental importância otimizar o uso dos recursos naturais, respeitando os limites do meio ambiente, assegurando a manutenção da biodiversidade e resiliência (capacidade de recuperação) dos ecossistemas (SANTOS et al. 2009).

O sistema tradicional de criação de gado de corte envolve a criação extensiva em grandes áreas, em sistema de pastejo contínuo numa taxa de lotação média de 3,6 ha/animal, cuja produção de bezerros (cria) é uma das principais vocações da região. Estes sistemas podem ser considerados como sistemas silvipastoris extensivos, adaptados às características peculiares do ambiente em que se desenvolveram, respeitando sua dinâmica temporal e espacial (SANTOS et al., 2009).

Entretanto, ao comparar o desempenho zootécnico da pecuária tradicional pantaneira com outros sistemas de criação de bovinos, observa-se que os índices zootécnicos ainda são baixos, principalmente aqueles ligados à fase de cria como a taxa de natalidade em torno de 45-60% e taxa de desmame em torno de 35-50%. A primeira cria é tardia, em média  $47,78 \pm 10,26$  meses, dados que são atribuídos principalmente à irregularidade na oferta das pastagens nativas durante o ano (Abreu et al., 2010), existindo a necessidade de melhorar o desempenho e a eficiência da atividade de cria (ABREU et al., 2006; ALVES et al., 2015).

A pecuária de corte pantaneira é desenvolvida em criatórios naturais extensivos com características de manejo pautadas pelo regime de enchentes (Pott et al., 1989). O manejo do gado no pantanal utiliza uma proporção muito grande de recursos renováveis, próximo de 98% de energia renovável. Além disso, o gado tem a importante função de controlar as queimadas da região e, deste modo, colabora para a conservação da fauna e da flora locais (TAKAHASHI et al., 2009).

Desta maneira, melhorar a produtividade de animais criados a pasto e estabelecer um manejo sustentável das pastagens nativas, conhecendo os componentes bióticos de cada comunidade e seus papéis no respectivo ecossistema, constitui o desafio dos pesquisadores e produtores (SANTOS et al., 2009).

Nesse contexto, a inserção de modelos inovadores de produção, a exemplo da produção de vitelo pantaneiro, poderia favorecer maior giro de capital do investimento, através do abate precoce dos animais, entre 8 e 10 meses de idade, além de promover aumento de área de pastagem disponível para as matrizes, otimização da produção forrageira, através da redução do efetivo do rebanho (VINHAS et al., 2008).

O estado de Mato Grosso do Sul, preocupado com as deficiências apresentadas pela pecuária pantaneira e procurando elevar os índices de produção e produtividade do rebanho do pantanal, lançou no ano de 1999 o programa Vitelo Orgânico do Pantanal - VITPAN (MATO GROSSO DO SUL, 2000), viabilizando estudos sobre a produção de bezerros em menor tempo.

O VITPAN é um projeto que visa atender a um mercado consumidor diferenciado. Com referência em produção de bezerros lactantes, machos ou fêmeas que, ao serem desmamados entre 7 e 12 meses de idade, devem atingir peso mínimo de 170-180 kg. Santos et al. (2002), avaliaram, durante dois anos, a curva de crescimento de bezerros desmamados naturalmente em pastagens nativas na sub-região da Nhecolândia - MS, do nascimento até cerca de 10-11 meses de idade, e verificaram que nesta idade os animais apresentaram média de 170 kg, não havendo diferenças entre os sexos.

A pastagem nativa é o recurso natural mais importante do Pantanal, anualmente renovável pela alternância entre os períodos de cheia (chuvas) e seca (estiagem). Os pastos nativos constituem a alimentação básica dos bovinos na região do Pantanal, portanto, o manejo alimentar envolve o manejo das pastagens nativas (SANTOS et al., 2002a). O consumo de arbustos, arbóreas e leguminosas ocorre de forma casual, observado no período seco, quando as plantas estão em brotação (SANTOS et al, 2001).

Para atenuar a estacionalidade das pastagens nativas, alguns criadores implantaram pastagens cultivadas nas partes mais altas do mesorelevo (cerradão: com maior altitude, não alagável) e, mais recentemente, nas áreas de "caronal" (áreas de campo limpo, situada em mesorrelevo um pouco mais elevado do que as

áreas alagáveis, porém, ainda há poucas informações sobre o impacto produtivo e no ambiente (SANTOS et al., 2002). Com relação às pastagens, estudos realizados na sub-região da Nhecolândia e Abobral mostram que as espécies cultivadas mais utilizadas, nas regiões arenosas, são do gênero *Brachiaria*, destacando-se a *Brachiaria humidicola* e a *B. decumbens* que vegetam bem em solos de cordilheira de baixa fertilidade e bem drenados, enquanto que nos solos mal drenados, apenas a *B. humidicola*. Com relação às leguminosas, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* se adaptam aos solos das cordilheiras do Pantanal e podem ser usadas em consorciação com as gramíneas. (COMASTRI-FILHO & POTT, 1996; COMASTRI-FILHO, 1997)

Considerando os princípios da pecuária orgânica, a idade de desmame recomendada é próxima do natural. No caso de desmame antecipado deve-se procurar minimizar o estresse da mãe e do bezerro. O estresse pós-desmame pode ocasionar perda de peso em até 10%, tornando o animal predisposto a doenças e parasitoses. E, a produção desses bezerros pode ter vários destinos: abate (vitelo orgânico pantaneiro), cria e abate para a produção do boi orgânico e cria e seleção para constituir rebanho reprodutivo (VINHAS et al., 2008).

## 2.2 Vitelo pantaneiro

A procura por novas tecnologias concentra-se em diminuir a idade de abate dos animais, proporcionando aumento da oferta de carne de boa qualidade. A carne produzida no Brasil, principalmente a partir de animais zebuínos, é avaliada como dura, pois os animais são terminados geralmente a pasto e atingem o peso de abate com idades superiores às criações convencionais (PARMIGIANI & TORRES, 2009; LAMBERTUCCI et al., 2013).

Na pecuária de corte, os bezerros considerados como “fundo de boiada” acabam sendo um entrave para todo o sistema, quando se almeja uma produção mais intensiva com abate aos dois anos. Pelo fato de apresentarem reduzido ganho de peso, esses animais podem ser abatidos com mais de três anos de idade (COSTA, FEIJÓ & FEIJÓ, 2015).

Se por um lado a produção de vitelos apresenta-se com restrições, em virtude do custo de produção e da demanda reprimida, os bezerros considerados problemáticos, tanto na pecuária leiteira como na de corte, clamam por soluções para sua melhor exploração, sendo uma alternativa para agregar valor a esses

animais, o abate aos doze meses de idade, com a finalidade de produção de uma carne diferenciada (COSTA, FEIJÓ & FEIJÓ, 2015). Em função da idade esses animais não podem ser definidos como vitelos e tampouco como novilhos, nesse caso, a proposta é denominá-los de “vitelão” (SANTOS et al., 2002b).

O que diferencia o vitelão do vitelo é a idade de abate e a alimentação recebida. O chamado vitelo é aquele bezerro(a) abatido(a) com idade entre duas e seis semanas e que recebeu como alimento exclusivo o leite ou sucedâneos lácteos. O vitelão é aquele animal recém-desmamado que recebeu alimentação sólida e foi abatido com até doze meses de idade. Como vitelão, são considerados todos os bovinos machos, castrados ou não, e fêmeas com idade inferior à doze meses por ocasião do abate (EMBRAPA-SIGER, 1999).

A utilização de cruzamentos entre zebuínos e raças de acabamento tardio é consequência da preferência do mercado consumidor, por carne relativamente magra e com cortes especiais pesados com sabor e maciez característicos (LAMBERTUCCI et al., 2013).

Conforme Campos et al. (1997), a carne de vitelo deve ser branca, obtida de animais anêmicos, quesito que define a qualidade e o preço do produto, sendo esta também procurada pela maciez e sabor brando em relação às outras carnes bovinas. Avaliando as preferências de consumo de estudantes universitários poloneses, Babicz-Zielinska (1998), observou que havia maior procura por alimentos menos gordurosos, com preferência, na ordem por carnes de frango, bovinos, vitelos e suínos.

Seguindo esta tendência, atributos como maciez e valor calórico reduzido são características esperadas da carne de vitelão, uma vez que ela é oriunda de animais jovens com reduzida deposição de gordura (COSTA, FEIJÓ & FEIJÓ, 2015). Arthur et al. (1995), concluíram que animais de diferentes grupos genéticos com idade de 281 dias apresentam características de carcaça e rendimento comercial diferenciados, sendo esse efeito tanto de origem paterna quanto materna. Por sua vez, Kaufmann et al. (1996) identificaram variações, embora pequenas, na composição das carcaças de bezerros de diferentes grupos genéticos.

### 2.3 Qualidade tecnológica da carne em função do sistema de manejo

A definição da qualidade de carne não se restringe somente à qualidade sensorial, mas envolve também aspectos microbiológicos, modo de produção e

sua apresentação, incluindo fatores que estão ligados à maciez, suculência, sabor e cor da carne, sendo assim o termo qualidade tem sentido amplo, associando características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne (Pereira, 2002).

Para Joo et al. (2013), é difícil definir qualidade da carne, por ser um complexo conceito determinado pelas preferências dos consumidores, e as características de qualidade desse alimento são influenciadas por fatores *ante mortem* como a estrutura do músculo, composição, ambiente e interação de seus constituintes químicos e, fatores *post-mortem*, como as mudanças ocorridas nos tecidos musculares, estresse e efeitos pré-abate, manipulação do produto, processamento e armazenamento, populações microbiológicas etc.

Joo et al. (2013), ressaltam ainda que a qualidade da carne fresca está diretamente relacionada com as características das fibras musculares. Estas são caracterizadas pela morfologia contrátil, propriedades metabólicas, quantidade total e a área de secção transversal, sendo as duas últimas definidas pelos autores como os principais fatores determinantes da massa muscular, bem como da qualidade da carne.

Alguns músculos são mais solicitados do que outros e, como consequência, apresentam grande proporção de fibras vermelhas em relação à de fibras brancas, essas últimas sempre em maior número. Os bovinos terminados a pasto se exercitam mais e, geralmente, são abatidos mais velhos assim, devido a isso, sua carne é vermelha mais escura, do que a dos bovinos confinados (FELÍCIO, 1999).

Em relação ao perfil de ácidos graxos, existe variação entre animais, raças, dietas e, em menor extensão, entre os vários depósitos de gordura do mesmo animal. Quanto maior a marmorização, maior o teor de ácidos graxos saturados e menor de poli-insaturados (Tume, 2004). Vários trabalhos demonstram que é possível alterar o perfil de ácidos graxos da carne, manipulando-se a alimentação. Felton & Kerley, (2004) relataram que a suplementação alimentar de bovinos em confinamento tratados com fontes de gordura vegetal e animal aumentou os escores de marmorização e alterou o perfil de ácidos graxos.

Os componentes de qualidade tecnológica da carne que são influenciados pelo teor de ácidos graxos são a dureza do tecido gordo, vida de prateleira (oxidação lipídica) e o aroma e sabor. O efeito dos ácidos graxos na dureza da carne está relacionado ao ponto de derretimento (fusão) dos diferentes ácidos graxos da carne. Na série dos ácidos graxos de 18 carbonos, o ácido esteárico

(C18:0) funde a 69,6 °C; o ácido oleico (C18:1 $\omega$ 9) a 13,4 °C; o ácido linoleico (C18:2 $\omega$ 6) a 5 °C; e o ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3 $\omega$ 3) a 11 °C. Assim, à medida que se aumenta o número de insaturações, ocorre um decréscimo no ponto de fusão dos ácidos graxos, contribuindo para o aspecto sensorial de maciez e suculência da carne (WOOD et al., 2003).

Ao avaliar as características físico-químicas denominadas de composição centesimal de amostras dos músculos oriundos de animais de idade, condição sexual e espécies semelhantes, submetidos a uma mesma dieta e sistema de criação e terminação, geralmente observam-se poucas variações (ESENBUGA et al., 2001).

Entretanto, ocorrendo fatores de variação tais como raça, idade, sexo, alimentação e manejo, o componente físico-químico que apresenta maior variação é a gordura (Horcada et al., 1998), a qual pode afetar os percentuais de umidade, uma vez que a relação lipídeos e umidade é inversamente proporcional (FORREST et al., 1979).

Quanto à dieta, várias pesquisas têm mostrado que ela pode influenciar no peso de carcaça fria, no rendimento de carcaça e na espessura da gordura de cobertura. Dietas com menores teores de concentrado resultaram em menores valores para as três características listadas acima, enquanto dietas mais ricas em concentrado geralmente resultam em maiores pesos de carcaça fria, e espessura de gordura (VELOSO, 2000).

A problemática da indústria da carne bovina deve-se à falta de uniformidade pertinente à idade de abate dos animais, cobertura de gordura e marmorização da carne, fatores que possuem grande influência na maciez e palatabilidade do produto. Logo, podemos atribuir a variação de qualidade de carne bovina à falta de padronização dos sistemas de produção, à genética do rebanho e à inabilidade em identificar as carcaças que produzem maior quantidade e melhor qualidade de carne (ARRIGONE et al., 2004). Para Silveira (2003), a padronização dos sistemas de produção pode garantir um produto de qualidade específica, que atenda às imposições de um mercado exigente.

Outro parâmetro influenciado pelo sistema de manejo é a cor. A quantidade de mioglobina num determinado corte de carne bovina varia com a atividade física dos músculos que o compõem e a maturidade fisiológica do animal ao abate. (FELÍCIO, 1999; ROÇA, 2000; LAWRIE, 2005).

O mercado consumidor considera a maciez como um importante atributo sensorial da carne (Cundiff et al., 1993, Arrigone et al., 2004). No entanto, a qualidade da carne é determinada por uma série de atributos, a saber, cor desejável, textura firme, menos gotejamento, alta marmorização e gordura visível moderada e odor de carne fresca. Além disso, espera-se que a carne de qualidade seja confiável em relação à segurança alimentar, nutricional e sustentável e ética na sua produção (TROY & KERRY, 2010).

## 2.4 Parâmetros físicos relacionados à qualidade das carnes

### 2.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

As reações químicas que ocorrem no músculo vivo, ainda continuam ocorrendo imediatamente após o sacrifício, no entanto, os tecidos são incapazes de sintetizar e eliminar determinados metabólitos post-mortem (Price & Schweiggert, 1976). A glicólise é um processo que envolve todas as etapas da conversão do glicogênio ou glicose muscular em ácido láctico. Considerando o animal vivo, esse processo é um meio rápido de obtenção de adenosina trifosfato (ATP), em condições anaeróbicas essas reações ocorrem no sarcoplasma e são catalisadas pelas proteínas sarcoplasmáticas solúveis (PRICE & SCHWEIGGERT, 1976; PRÄNDLL et al., 1994, OSÓRIO & OSÓRIO, 2000).

O pH final de carne pode ser elevado em consequência do empobrecimento das reservas de glicogênio muscular antes do abate, o que interfere diretamente na qualidade do produto. Vários fatores de estresse têm sido relacionados à depleção de glicogênio no músculo: tempo e modo de transporte dos animais para o matadouro, restrições de dieta, tempo de espera para o abate, fatores climáticos, condições e fatores genéticos. Na prática, qualquer situação que provoque uma diminuição substancial das reservas de glicogênio darão origem a carne com um elevado final pH, se o animal for abatido antes de sua restauração energética (SILVA, PATARATA & MARTINS, 1999)

A refrigeração do músculo, durante o armazenamento post mortem, é um mecanismo comumente utilizado para melhorar os aspectos de maciez. No entanto, a proteólise das proteínas miofibrilares pode ser um processo importante (Silva, Patarata & Martins, 1999). O pH final do músculo interage com o ponto isoeletrico das proteínas miofibrilares influenciando seu estado físico e a reflexão da luz da superfície muscular em bovinos. Quando o glicogênio muscular é utilizado durante o manejo e transporte pré-abate há pouco ácido láctico no

músculo, dando origem a carnes DFD ( escura, firme e seca), esta carne possui um pH mais elevado, diminuindo sua vida de prateleira, além de ser menos aceita pelo consumidor (LIMA JUNIOR et al., 2011).

Quando não há o declínio normal do pH ocorrerá perda na qualidade da carne. Em bovinos, um pequeno declínio do pH durante a primeira hora após o sacrifício, e este permanecendo acima de 6,0, se originam as chamadas carnes DFD (dark, firm, dry) escuras, duras e secas. Por outro lado, quando o pH diminui rapidamente chegando a valores iguais ou menores que 5,8, aos 60 minutos após o sacrifício com oscilação entre 5,3 e 5,6, originam-se as chamadas carnes PSE (pale, soft, exudative) pálidas, moles e exudativas (MATURANO, 2003; MONTE et al. 2012).

A velocidade de queda do pH final da carne (24 - 48 horas) é muito variável, se desenvolvendo normalmente de forma lenta em bovinos, indo do pH fisiológico (6,8-7,2) para pH 6,4-6,8 após cinco horas e chegando ao pH 5,5-5,9 após 24 horas. A velocidade de queda do pH varia conforme a espécie animal, é mais rápida nos suínos, intermediária nos ovinos e mais lenta nos bovinos. (PAULINO, DUARTE & OLIVEIRA 2013).

O pH constitui um importante preditor da qualidade tecnológica sensorial da carne, sendo por isso um dos parâmetros mais utilizados na definição da qualidade de carnes. O pH influencia, direta ou indiretamente nas características de qualidade da carne, nomeadamente: a cor, o sabor, a capacidade de retenção de água (CRA), a suculência, a tenrura, o tempo de prateleira, entre outros, sendo avaliado em dois momentos: pH<sub>45</sub> e pH<sub>24</sub> (45 minutos e 24 horas após o abate) (GOLÇALVES et al., 2015).

A degradação em velocidade anormal do glicogênio muscular pode ocorrer devido ao estresse. Em animais acometidos de estresse pré-abate, a diminuição brusca do pH, antes da dissipação de calor da massa muscular do animal, causa uma desnaturação das proteínas miofibrilares, afetando propriedades bioquímicas e tecnológicas como capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC) e propriedades organolépticas, como maciez, aroma, sabor e cor da carne (ROÇA, 2000; PARDI et al. 2001; LUCHIARI FILHO, 2006).

O declínio no pH final de carcaça influencia a aparência e qualidade da carne e está intimamente relacionado com as características e tipos de fibras musculares que compõem a fibra músculo (JOO et al. 2013). A diminuição final do pH também pode ser influenciada pelas reservas de energia que sustentam o metabolismo



anaeróbico produzindo o ácido láctico, responsável pela redução do pH no músculo (SAN VITO et al., 2015).

A velocidade de queda do pH final da carne (24-48 horas) é muito variável, se desenvolvendo normalmente de forma lenta em bovinos, indo do pH fisiológico (6,8-7,2) para pH 6,4-6,8 após cinco horas e chegando ao pH 5,5-5,9 após 24 horas. Quando a queda do pH ocorre de forma normal, o rigor se desenvolve lentamente; caso ocorra extremamente lenta ou extremamente rápida, o desenvolvimento do rigor ocorrerá de forma rápida; na primeira porque o suprimento de energia inicial é baixo e na segunda porque o suprimento de energia é rapidamente metabolizado ou há inibição de reações enzimáticas do metabolismo energético (PAULINO, DUARTE E OLIVEIRA 2013)

Para a realização da análise de pH, Monte et al. (2012), sugerem o uso do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé), uma vez que este é relativamente mais uniforme quanto à profundidade de inserção, diâmetro e por ser um músculo longo, sendo portanto, recomendado para medidas padronizadas de pH. Já o *Semimembranosus* (coxão mole), outro músculo utilizado para medição de pH da carne é assimétrico, com espessura e profundidade de inserção variável, o que dificulta a avaliação de pH, sobretudo em animais mais leves, onde a área de exposição do músculo é menor para realizações de medidas.

#### 2.4.2 Cor

A cor é a primeira característica sensorial apreciada pelo consumidor. Essa impressão visual é relacionada, de imediato, com diversos aspectos ligados à qualidade e ao grau de frescor. Assim, o aspecto exterior pode ser associado ao tempo de armazenamento, à vida útil, à dureza e à suculência (ORDONEZ, 2005; MONTE et al., 2012).

Em geral, os consumidores consideram a cor como o atributo de qualidade mais importante para carne fresca, enquanto a maciez é classificada como o mais importante traço de palatabilidade de carne cozida, seguido por sabor e suculência (GLITSH, 2000; JOO et al., 2013).

A cor da carne é influenciada principalmente pela natureza e conteúdo do pigmento mioglobina (vermelho púrpura) e da proteína do grupo heme. Este pigmento contribui com um percentual de 80 a 90% do total na carne fresca. A mioglobina não é o único pigmento, nem o mais importante do ponto de vista biológico, porém é o único em quantidades suficientes para conferir cor vermelha à carne (BOBBIO & BOBBIO, 1984; SABADINI et al., 2001).

A variação na cor da mioglobina é intrínseca ao músculo e depende de vários fatores como espécie, idade do animal, localização anatômica do músculo e sistemas de alimentação. Outras variáveis como condições pré-abate, estado de oxigenação e oxidação do músculo também interferem na coloração final da carne. O estado de oxidação da mioglobina é determinado pela pressão de oxigênio presente no meio e, minoritariamente, por entidades oxidantes como radicais livres. Os radicais livres são produzidos pela oxidação dos lipídeos presentes na carne. Assim, estratégias que minimizem a formação de radicais livres podem ter efeito na coloração da carne bovina (LIMA JUNIOR et al., 2011).

A cor da carne percebida pelo homem é resultado da absorção da luz pelo pigmento mioglobina e outros compostos como o citocromo oxidase e a hemoglobina (Price & Schweiggert, 1976; Forrest et al., 1979, Ordonez, 2005). Normalmente, a coloração da carne é determinada pela concentração de mioglobina (proteína envolvida nos processos de oxigenação do músculo) e pelas proporções relativas desse pigmento no tecido muscular, que pode ser encontrado na forma de mioglobina reduzida, com coloração púrpura, oximioglobina, com cor vermelho brilhante ou metamioglobina, normalmente com coloração marrom (COSTA et al., 2011, MONTE et al, 2012).

O músculo vivo, com suprimento de oxigênio, tem uma coloração vermelho viva. Após o abate, o suprimento de oxigênio é totalmente utilizado e, portanto, a carne adquire uma coloração vermelho-escura. Se a carne é cortada, a face exposta ao oxigênio adquire novamente uma coloração vermelho-viva, devido à oxidação da mioglobina. Quando existe uma desnaturação proteica muito intensa, mesmo quando exposta ao ar, a intensidade da cor vermelha da carne é reduzida e terá uma aparência pálida (ALVES, 2007).

Existem ainda fatores que atuam na descoloração da carne durante o processamento, armazenamento e exibição. O determinante de estabilidade de cor na carne é a taxa de oxidação oximioglobina. Sendo que a descoloração rápida ocorre em músculos que contêm maiores proporções relativas das fibras musculares vermelhas, devido ao aumento da taxa de consumo de oxigênio (FAUSTMAN et al., 2010).

Considerando o que diz MacDougall (1999), não existe uma recomendação geral a respeito do procedimento de mensuração da cor em carnes. No entanto, de modo instrumental, determina-se a cor através do colorímetro, segundo as indicações

da Commission Internationale de l'Éclairage (CIE, 1986). Dispõe-se à superfície da carne o colorímetro com iluminantes *standards* (A, C ou D65), a fim de se obter os parâmetros  $L^*$  (*lightness*, luminosidade, que varia do branco ao preto),  $a^*$  (índice do vermelho-verde) e  $b^*$  (índice do amarelo-azul). Esta metodologia é denominada CIEL\*a\*b\* ou CIELAB.

#### 2.4.3 Perda de peso por cozimento (PPC)

As perdas de água durante o cozimento ocorrem em função do emprego de temperaturas elevadas a que são submetidas as carnes, promovendo a desnaturação das proteínas, diminuindo consideravelmente a capacidade de retenção de água, perdas dependem de fatores como o método, o tempo e a temperatura de cozimento (LAWRIE, 2005; ROSA et al., 2005; PAULINO, DUARTE & OLIVEIRA, 2013).

Se mal empregado ou em excesso, a temperatura, duração e o meio de cocção, podem ser responsáveis por alterações químicas e físicas indesejáveis que podem modificar o valor nutricional dos alimentos (GARCIA-ARIAS et al., 2003). Havendo o aumento da temperatura no cozimento na carne, há a perda de exsudado, chamada de capacidade de retenção de água (CRA). Mudanças na capacidade de retenção de água afetam a água que se denomina imobilizada e não a de constituição, encontrada em regiões intersticiais ou água de interface. A água imobilizada se produz na superfície das cadeias proteicas de actomiosina, ligadas as suas cargas. Portanto a retenção de água é causada em primeiro lugar pela imobilização da água nos tecidos miofibrilares (PAULINO, DUARTE & OLIVEIRA, 2013).

Em espécies domésticas foram descritas médias de PPC entre 38,23 a 40,48% para carnes bovinas (Lesiów & Ockerman, 1998) e 27,2% para aves (BRESSAN, 1998).

Com relação à idade de abate, a carne de animais jovens retém mais água que a dos adultos, conforme (ORDOÑEZ, 2005), conseqüentemente, menor será a perda por cozimento.

Esta propriedade é importante, uma vez que determina a atratividade do produto pelo consumidor, dado que a presença de excesso de líquido no momento da compra torna o produto indesejado, por razões higiênicas e econômicas (PAULINO, DUARTE & OLIVEIRA, 2013).

#### 2.4.4 Força de cisalhamento (Maciez)

Ao julgar a qualidade da carne a maciez é o atributo mais importante para o consumidor (Gruber et al., 2006; Joo et al., 2013). Desta maneira, considera-se a maciez da carne um importante traço de palatabilidade para se determinar a aceitação do produto (HUFFMAN et al., 1996; PLATTER et al., 2003).

Considerando o comprimento do sarcômero, o aquecimento da carne até a temperatura de 45°C não provoca nenhuma modificação. Entre 45-55 °C há uma leve dilatação do sarcômero devido, provavelmente, a um relaxamento e intumescimento da estrutura do tecido conjuntivo. Acima de 55 °C inicia-se o processo de encurtamento dos sarcômeros, podendo chegar a, até, 25% da sua estrutura original. As diferentes proteínas musculares se desnaturam a distintas temperaturas. As proteínas solúveis e a miosina são termolábeis e sua desnaturação começa a 45-50 °C. As proteínas do tecido conjuntivo desnaturam a temperaturas de 60-70 °C, dependendo do grau de ligações cruzadas do colágeno (LAWRIE, 2005).

Atualmente a grande variação na maciez tem sido o maior problema enfrentado pela cadeia produtiva da carne. A agradabilidade do consumidor pelo produto é medida considerando a interação sensorial entre maciez, sabor e suculência. (Joo et al., 2013). Fatores *ante-mortem* como idade, sexo, nutrição, exercício, estresse antes do abate, presença de tecido conjuntivo, espessura e comprimento do sarcômero, e *post-mortem* como estimulação elétrica, rigor-mortis, esfriamento da carcaça, maturação, e pH final podem afetar a maciez (ROÇA, 2006; PEREIRA, 2012). Além disso, a maciez da carne é afetada principalmente pela quantidade e solubilidade do tecido conjuntivo e pela composição e estado contrátil das fibras musculares, durante a proteólise do músculo no momento do *rigor mortis* (LAWRIE, 2005).

A diferença de maciez entre as carnes frescas de origem zebuína, de origem taurina e de seus cruzamentos é devida a vários fatores, como acabamento, grau de marmoreio, e quantidade e tipo de tecido conjuntivo. Entretanto, o mais importante fator determinante da maciez é a degradação enzimática das proteínas devido a menor atividade da enzima proteolítica calpaína na degradação de proteínas e da maior atividade da calpastatina (inibidor endógeno específico da calpaína) em relação a animais taurinos (MALTIN et al., 2003; PAULINO, DUARTE & OLIVEIRA, 2013; GONDIN, 2013).

Observa-se ainda grande variação de textura entre os diferentes cortes comerciais, uma vez que a sua localização anatômica define a quantidade e qualidade do colágeno que envolve as fibras musculares. Dentro de um mesmo corte, como o *Longissimus dorsi*, por exemplo, há esta variação, por motivos semelhantes (Pereira, 2012). Ademais, as diferenças na maciez da carne, quando a análise é feita entre indivíduos da mesma raça (incluindo *Bos indicus*), é tão grande quanto aquela entre raças, permitindo vislumbrar a produção de carne de qualidade a partir do rebanho nacional, visto que o mesmo é composto basicamente por animais de raças zebuínas e seus cruzamentos (LIMA JUNIOR, et al., 2011).

A maciez da carne pode ser determinada por análises sensoriais feitas por julgadores treinados, porém esse método apresenta alta variabilidade. Outros métodos podem ser utilizados, conferindo maior precisão, como os testes objetivos ou instrumentais, como a força de cisalhamento (FC), usando o equipamento Warner-Blatzler ou similares, que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne, expressando a maciez (ou dureza) em valores objetivos com unidades conhecidas como kg, kgf ou N (Newton). Nesse método, a variabilidade dos resultados é reduzida (Bayley, 1972; Alves et al., 2005). Segundo Nikmaram, et al. (2011), força de cisalhamento é a força necessária para se cortar o que está sendo testado, a força de cisalhamento seria a resistência da amostra em relação à lâmina da “probe”.

Para que a avaliação instrumental da textura seja uma ferramenta efetiva nos estudos envolvendo a maciez da carne, é necessário minimizar as causas de variação envolvidas na análise, pois, naturalmente, a maciez varia não só entre carcaças, ou músculos distintos, mas também entre um mesmo músculo (Pereira, 2012).

A carne é classificada como macia quando a FC atinge valores até 8 kgf/g; aceitável quando esses valores estão entre 8 kgf e 11 kgf; e dura com valores acima de 11 kgf/g (BICKERSTAFFE et al., 1997, MONTE et al., 2012).

#### 2.4.5 Composição química da carne

##### 2.4.5.1 Composição Centesimal

A avaliação da composição centesimal é a quantificação de lipídeos, cinzas, proteínas e umidade presentes nos alimentos. (Pitombo et al., 2013). A composição centesimal exprime, de forma geral, o valor nutritivo de um alimento e corresponde à proporção dos elementos presentes em 100 gramas do alimento considerado. E está

relacionada com os aspectos sensoriais, podendo ser influenciada por diferentes fatores, tais como espécie, idade, raça, sexo, nutrição e peso de abate. (BONAGURIO et al, 2004).

Os compostos determinados na composição centesimal não são, na realidade, compostos quimicamente definidos, e sim grupos de compostos químicos. O termo proteína bruta inclui vários compostos químicos, sendo os mais comuns os aminoácidos, as unidades básicas das proteínas e extrato etéreo que inclui, além das gorduras, outras substâncias afins solúveis em éter (SILVA, 1990).

Em relação à composição centesimal, a carne magra in natura apresenta em torno de 75% de água, 21 a 22% de proteína, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. A carne magra dos diferentes animais de abate possui uma variação química pequena (FORREST et al.,1979; ROÇA, 2000).

O valor nutritivo da carne se deve à quantidade e à qualidade de suas proteínas, à presença de ácidos graxos essenciais e de vitaminas do complexo B e, em menor proporção, ao seu conteúdo em alguns sais minerais, bem como a proporção de componentes em que aparecem, em 100g de produto (PARDI et al., 2001, SILVA & QUEIROZ 2005).

A Composição química ou composição centesimal de um alimento é conhecida através de análises químicas de determinação de umidade ou voláteis a 105°C; cinzas ou resíduo mineral fixo; lipídeos (extrato etéreo); proteínas (N x fator de correção); fibra; glicídeos ou nifext, quando determinado por diferença (MORETO, et al., 2002).

#### 2.4.5.2 Umidade (Água)

O teor de umidade da carne tem relação direta com sua suculência, que é um fator fundamental para aceitação do produto pelos consumidores (Rodrigues et al., 2004). A água é o constituinte mais importante da carne, do ponto de vista quantitativo, 75% da carne é constituída por água e esse valor é constante de um músculo para outro, no mesmo animal e, mesmo entre espécies, exercendo influência na qualidade da carne, tanto na suculência da mesma, como na textura, sabor e cor. Assim, a água é um dos componentes mais importantes presentes nos alimentos, pois participa de reações químicas, por permitir as transformações químicas dos demais componentes, quando atua como

solvente e pelas transformações físicas que pode induzir no alimento (BOBBIO & BOBBIO, 2003; LAWRIE, 2005).

A força que promove as reações químicas com água em um alimento é proporcional ao potencial químico da água existente nele. Pela formulação ou processamento, a atividade de água em um alimento pode ser variada ou controlada. O principal fator da estabilidade de um alimento não é, portanto, o teor de umidade deste, mas, sim, a disponibilidade da água para o crescimento de microrganismos e reações químicas. Ambos os conceitos se relacionam, e essa relação é expressa em termos de isoterms de sorção (adsorção e dessorção). (MORETO, et al., 2002).

A preservação do alimento depende do teor de umidade presente no meio e do teor de matéria seca. Por outro lado, caso se deseje comparar o resultado de análises realizadas em diferentes épocas, locais ou regiões, sempre se faz essa comparação com base na matéria seca (SILVA, 1990, ORDÓNEZ, 2005).

O conteúdo de água de um alimento é expresso, usualmente, pelo valor obtido na determinação da água total contida no mesmo. Entretanto, esse valor não fornece indicações de como está distribuída a água, como também não permite saber se toda a água está ligada do mesmo modo ao alimento (Bobbio & Bobbio, 2003). Existem, pelo menos, dois tipos de água num alimento: um, que se denomina água livre, água fracamente ligada ao substrato, e que funciona como solvente, permitindo o crescimento dos microrganismos e reações químicas e que é eliminada com relativa facilidade; e outro, a água combinada, fortemente ligada ao substrato, mais difícil de ser eliminada e que não é utilizada como solvente e, portanto, não permite o desenvolvimento de microrganismos e retarda as reações químicas (BOBBIO E BOBBIO, 2003 ; MORETTO, 2008).

A água da carcaça encontra-se principalmente no tecido muscular magro; o tecido adiposo contém pouca água . Portanto, quanto maior for a proporção de gordura, tanto menor será o conteúdo aquoso total da carcaça ou de uma peça de carne (ORDÓNEZ, 2005).

Os teores de proteína da carne de uma mesma espécie são praticamente constantes, enquanto que os de umidade e gordura apresentam correlação negativa, ou seja, se o teor de umidade é mais elevado, o teor de gordura é menor e vice-versa. Existe esta diferença entre os teores químicos de um músculo

estudado, para uma mesma espécie animal, excetuando-se a gordura (ABRAHÃO et al., 2008).

#### 2.4.5.3 Extrato etéreo

O termo extrato etéreo descreve o grupo de gorduras, óleos e substâncias afins que constituem parte dos tecidos animais. Essas substâncias são insolúveis em água, mas solúveis em éter, clorofórmio, benzeno e outros solventes orgânicos chamados de extratores. O grupo inclui as gorduras e muitos outros compostos intimamente ligados ou associados, tais como fosfatídeos, esteróis (colesterol), clorofila, óleos voláteis e resina (SILVA, 1990, MORETTO et al., 2005).

Devido ao seu alto valor energético (9 kcal por grama), os lipídios tornam-se um importante meio de obtenção de energia para o organismo animal (PARDI et al., 2001).

A qualidade da carne está relacionada com a adequada distribuição das gorduras, que influencia na textura, na suculência e no sabor. Conforme sua localização, a gordura da carne pode ser descrita como intra, inter ou extracelular. A intracelular se distribui sob a forma de gotículas no plasma celular, ocorrendo em menor quantidade do que em outras localizações. A intramuscular e o grau de cobertura na carcaça são fatores que contribuem para a suculência e maciez da carne. De uma maneira geral, a carne proveniente de animais jovens apresenta apenas traços de gordura, é macia, com aroma mais suave que o da carne de animais velhos, tornando-se atrativa aos consumidores (ROÇA, 2000; MENEZES et al., 2009)

As gorduras intramusculares, diferentes daquelas encontradas no tecido adiposo, são constituídas de fosfolipídeos e constituintes insaponificáveis como o colesterol (Curi et al., 2002). As diferenças existentes entre as carnes das diferentes espécies, segundo Kyle (1994), são resultado da quantidade de gordura. Na maioria das espécies silvestres, a gordura total representa menos de 5% do peso da carcaça, e a maior parte da gordura estrutural encontra-se na forma de fosfolipídio (SINCLAIR & O'DEA, 1990).

#### 2.4.5.4 Proteínas

A carne é a mais importante fonte de proteína animal para dieta humana (Lima Júnior et al., 2011). Proteínas são nutrientes compostos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, e quase todas contêm enxofre e fósforo. Os



aminoácidos unidos entre si compõem polímeros denominados de proteínas. As proteínas formam soluções coloidais que não passam facilmente através das membranas orgânicas. Os aminoácidos são os mais importantes componentes das proteínas, são essenciais para a síntese dos tecidos orgânicos em crescimento, para sua manutenção e para sua reparação (CAMPBELL, 2003).

A quantidade de proteína no músculo está influenciada por diversos fatores. A raça é um dos fatores que influenciam no valor proteico da carne. As proteínas da carne são originárias principalmente do tecido muscular e conjuntivo. No tecido muscular a quantidade de proteína bruta no músculo varia de 18 a 22%, sendo que as proteínas miofibrilares estão presentes em maior quantidade, seguidas pelas proteínas sarcoplasmáticas. O tecido conjuntivo tem maior quantidade de colágeno e elastina. (Monte et al., 2012). O colágeno, que compreende 5% das proteínas musculares, é o componente principal do tecido conjuntivo e relaciona-se com propriedades qualitativas e quantitativas da carne, uma vez que envolve fibras musculares e o músculo como um todo, caracteriza-se por ser a proteína mais abundante em mamíferos. (Paulino, Duarte & Oliveira, 2013).

As proteínas são constituídas por aminoácidos, e estes últimos são muitas vezes chamados de blocos construtores da vida. O corpo os utiliza durante o crescimento e desenvolvimento, e ao longo da vida para manter-se. A proteína de origem animal inserida na dieta humana proporciona maior extensão da saciedade se comparada com uma dieta composta por carboidratos ou gorduras. A ingestão de proteína aumenta a termogênese, o que muda a oxidação dos substratos que, por sua vez, influenciam nos sinais apetitivos, os quais controlam a ingestão de alimentos, admitindo-se a hipótese de modular a liberação de hormônios e neurotransmissores no trato gastrointestinal, o que promove a sensação de saciedade, e, finalmente, regula a ingestão de energia. (MCNEILL, 2014).

Dessa maneira, o organismo utiliza as proteínas da dieta como fonte de aminoácidos. Toda proteína introduzida no aparelho digestivo é hidrolisada e seus sub-produtos são distribuídos no organismo. Na ingestão da dieta comum, foi verificado que o organismo dispensa alguns aminoácidos e retém os demais, ou seja, o organismo consegue sintetizar alguns aminoácidos e outros não (ou não com a rapidez requerida pelo corpo). Por isso, aqueles aminoácidos não sintetizados pelo organismo são denominados aminoácidos essenciais. No homem adulto, apenas oito dos vinte aminoácidos são

considerados essenciais: fenilalanina, valina, triptofano, treonina, metionina, leucina, isoleucina e lisina (Campbell, 2003). Sendo que as proteínas animais contêm mais aminoácidos essenciais do que as proteínas vegetais. E as proteínas de alto valor nutritivo são encontradas principalmente em ovos, carne, peixes, aves, leite, queijos e soja (SARAIVA E LOPES, 2002).

Os aminoácidos não essenciais podem ser sintetizados pelo organismo em quantidades necessárias para seu funcionamento normal. Quando o organismo necessita destes aminoácidos ele pode sintetizá-los a partir dos componentes proteicos dos alimentos. Os aminoácidos não essenciais são alanina, arginina, ácido aspártico, citrulina, cisteína, cistina, ácido glutâmico, glicina, ácido hidroxiglutâmico, hidroxiprolina, norleucina, prolina, serina e tirosina (LENHINGER et al., 2002).

#### 2.4.5.5 Cinzas

Cinzas ou resíduo mineral é o produto que se obtém após o aquecimento de uma amostra, à temperatura de 500 a 600°C, ou seja, até o aquecimento ao rubro, não superior a 600°C, durante quatro horas ou até a combustão total da matéria orgânica (SILVA, 1990). A análise de cinzas fornece informações prévias sobre o valor nutricional do alimento, no tocante ao seu conteúdo em minerais e é o primeiro passo para análises subsequentes de caracterização destes minerais (HAUTRIVE et al., 2012).

A análise de cinza fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais (cátions: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, cobre, cobalto, alumínio; e ânions: sulfato, cloreto, silicato, fosfato, etc.) (Moretto et al. 2002). As cinzas resultantes de um alimento são os resíduos inorgânicos que permanecem após a queima da matéria orgânica, os que são transformados em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub> (CECCHI, 2003).

O conteúdo de cinzas ou resíduo mineral fixo da carne está em torno de 0,8 a 1,8%. Entre os íons orgânicos e inorgânicos de importantes funções destacam-se o cálcio e o magnésio, que desempenham papel importante na contração muscular. Os compostos orgânicos do fósforo, como diversos ésteres do ácido fosfórico, intervêm nas modificações *post mortem*, no processo de maturação e na hidratação da carne (ROÇA, 2000).

A carne possui quase todos os minerais de importância para a nutrição humana. Em termos quantitativos, o fósforo e o potássio são os minerais mais

importantes (ROÇA, 2000; PARDI et al., 2001).

A carne também é uma boa fonte de oligoelementos como zinco e ferro. A importância da carne como fonte de ferro não se baseia somente no seu elevado teor, e sim pela melhor biodisponibilidade do ferro da carne em detrimento daqueles presentes em alimentos vegetais (ROÇA, 2000).

#### 2.4.6 Perfil de ácidos graxos

Os ácidos graxos são compostos alifáticos que possuem uma cadeia hidrocarbonada e um grupamento carboxila terminal (Moretto et al., 2002). Eles podem ser classificados em saturados e insaturados de acordo com a ausência ou presença de duplas ligações (Lenhinger et al., 2002). Os ácidos graxos ocorrem na natureza como substâncias livres ou esterificadas. A maior parte encontra-se esterificada com o glicerol, formando os triacilgliceróis (LENHINGER et al., 2002).

Informações com relação à estrutura de um ácido graxo podem ser fornecidas através de simbologias. Desta forma, pode-se representar um ácido graxo de maneira simplificada pelo número de átomos de carbonos e pelo grau de insaturação, indicando o número de duplas ligações, isto é, se for um ácido graxo saturado será zero, no caso dos insaturados, estes receberão os números, para os mono, di, tri-insaturados, etc. (VISENTAINER & FRANCO 2006)

Os ácidos graxos são chamados saturados (AGS, em inglês, SFA) quando cada átomo de carbono da cadeia, com exceção dos dois terminais, é ligado a dois átomos de hidrogênio. E ácido graxo insaturado, quando cada um dos dois carbonos adjacentes está ligado a somente um átomo de hidrogênio, ocorre uma dupla ligação etilênica entre o par de carbonos. Se a cadeia contém apenas uma dupla ligação, será um ácido graxo monoinsaturado (AGM, em inglês MUFA), e se a cadeia contiver mais de uma dupla ligação, será um ácido graxo poliinsaturado (AGP, em inglês PUFA) (British Nutrition Foundation, 1992).

A grande maioria dos ácidos graxos de origem animal tem número par de átomos de carbono (4 a 24), embora também se encontrem em pequenas porcentagens os de cadeia ímpar (entre 15 e 21 átomos de carbono). Os ácidos graxos saturados costumam ter de 12 a 20 átomos de carbono, e os insaturados, de 14 a 22 (Ordóñez, 2005). As principais diferenças entre os ácidos graxos estão no comprimento da cadeia hidrocarbonada, geralmente compostas de

16 a 24 C, no número e posições das duplas ligações e nas configurações *cis* e *trans* (MORETTO & FETT, 1989).

A nomenclatura química convencional dos ácidos graxos inicia-se pela numeração dos átomos de carbonos a partir do grupo carboxila terminal. Os carbonos de número 2 e 3 adjacentes ao grupo carboxila, são denominados de carbonos  $\alpha$  e  $\beta$ , respectivamente, enquanto que o último carbono é o  $\omega$ - ou n-carbono. A posição da dupla ligação é indicada pelo símbolo  $\Delta$ , seguido pelo número de posição do carbono na respectiva cadeia (ROSE E CONNOLY, 1999).

O ácido oleico apresenta uma dupla ligação localizada entre os carbonos 9 e 10 do grupo metil final, por esse motivo é designado como ácido graxo monoinsaturado  $\omega_9$  (ou n-9). Este ácido graxo pode ser sintetizado por todos os mamíferos, inclusive os seres humanos. Entretanto, os mamíferos não conseguem sintetizar os ácidos graxos poli-insaturados  $\omega_3$  (n-3) e  $\omega_6$  (n-6), por não possuírem a enzima  $\Delta_9$ -dessaturase, as quais devem ser obtidas na dieta (Rose e Connoly, 1999). O alfa-linolênico ( $\omega_3$ ) e o ácidos graxos linoleico ( $\omega_6$ ) são essenciais para as funções celulares e atuam como precursores para a síntese de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa como os ácidos araquidônico (AA), eicosapentaenoico (EPA) e docosaenoico (DHA), os quais participam de numerosas funções celulares como a integridade e fluidez das membranas, atividade das enzimas de membrana, interações lipídeo-proteína e na síntese de eicosanoides como as prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos (YOU DIM et al, 2000).

A dessaturação dos ácidos graxos  $\omega_3$  é um pouco mais efetiva que a dos ácidos graxos  $\omega_6$ , onde a enzima  $\Delta_6$ -dessaturase atua preferencialmente nos ácidos graxos  $\omega_3$  (Teitelbaum e Walker, 2001). Os ácidos graxos poli-insaturados da série  $\omega_6$  são também encontrados em óleos vegetais e em gorduras animais e os da série  $\omega_3$  são encontrados em algumas plantas como linhaça e colza (canola) e em algas marinhas. Entretanto, os organismos marinhos e aquáticos, particularmente os peixes, são a grande fonte destes ácidos graxos, devido à sua alimentação fitoplanctônica (sintetizador de  $\omega_3$ ) e zooplanctônica (BELDA & POURCHET-CAMPOS, 1991).

Em seres humanos, os ácidos graxos de cadeia longa da família ômega 3 são sintetizados a partir do ácido graxo alfa-linolênico (C18:3n-3), provenientes da dieta. Caso o ácido linoleico ou o alfa-linolênico faltem na dieta, o organismo produz pequenas quantidades de ácido gama linolênico,

ácido araquidônico, ácido eicosapentaenoico (EPA) ou docosaexaenoico (DHA), que assumem então o papel de ácidos graxos essenciais e passam a ser chamados de “condicionalmente essenciais” (Barlow & Pike, 1991).

Os principais ácidos graxos saturados encontrados na carne são, de maior a menor concentração, o palmítico (C16:0), o esteárico (C18:0) e o mirístico (C14:0). O ácido oleico (C18:1) que é o mono insaturado mais abundante, seguido do palmitoléico (C16:1). Os ácidos linoleico (C18:2), linolênico (C18:3) e araquidônico (C20:4) são os principais ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) (Ordóñez, 2005).

Os componentes da qualidade tecnológica da carne, como firmeza do tecido adiposo (dureza), vida de prateleira (lipídios e de oxidação do pigmento) e sabor, são influenciados pelos ácidos graxos, os quais possuem diferentes temperaturas de fusão, o que ocasiona importante variação sobre a firmeza ou suavidade do tecido adiposo em carnes, especialmente sobre a gordura subcutânea intermuscular (gorduras de carcaça), e na gordura intramuscular, ou de marmoreio. Os grupos de células contendo gordura solidificada com alta temperatura de fusão tem aparência mais esbranquiçada, de modo que a cor da gordura é outro aspecto da qualidade afetada pelos ácidos graxos (Wood et al., 2003). Esses efeitos na firmeza são devido às diferentes temperaturas de fusão dos ácidos graxos na carne. Na série de ácidos graxos C:18, temos diferentes pontos de fusão em temperatura ambiente, sendo o ácido esteárico (C18: 0) em 69,6 °C, ácido oleico (C18:1) em 13,4 C°, o ácido linoleico C18:2 a 5 °C e o ácido linolênico (C18:3) a 11°C. Podemos observar que conforme aumenta a insaturação, diminui o ponto de fusão. Outras variações na temperatura de fusão podem ocorrer em função da variação na estrutura da molécula. Por exemplo, ácidos graxos *trans* tendem a derreter a uma temperatura superior ao seu isômero *cis*. Enquanto os ácidos graxos de cadeia ramificada tendem a ter menor temperatura de fusão do que aqueles de cadeia linear com idêntico número de átomos de carbono (WOOD et al., 2003).

#### 2.4.6.1 Ácidos graxos saturados (AGS)

A carne vermelha é uma fonte popular de alta qualidade proteica e fornece uma variedade de nutrientes essenciais que melhoram a qualidade global da dieta. É também uma fonte de gorduras saturadas, as quais evidências observacionais sugerem que estão associadas a doenças do coração, apesar de recentes trabalhos contestarem tal fato (MCNEILL, 2014). Nesse sentido, Taubes (2001), relata que aproximadamente 50% dos infartos ocorrem em pessoas com níveis normais de

colesterol, demonstrando que o fato de o indivíduo ingerir menor quantidade de gordura animal não diminui a probabilidade de desenvolver doenças cardiovasculares.

A carne bovina apresenta cerca de 48% de gordura saturada e 52% de gordura insaturada. Esse alto teor de ácidos graxos saturados na gordura bovina pode ser influenciado pela alta atividade de biohidrogenação ruminal, nos ácidos graxos da dieta. Entretanto, dietas contendo altos teores de ácidos graxos insaturados podem superar a capacidade de biohidrogenação dos microrganismos ruminais, favorecendo a maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados (LAMBERTUCCI et al, 2013).

Diferentemente dos animais monogástricos, os ruminantes não produzem os ácidos graxos em proporção direta à composição lipídica da dieta, fato que se deve à hidrólise ruminal dos acilglicerídeos e extensa hidrogenação dietética dos ácidos graxos PUFA, de 86 a 95%. (Costa et al, 2013). Os ácidos graxos de cadeia longa agem sobre a membrana celular, particularmente das bactérias gram-positivas ruminais. O ácido linoleico é tóxico para bactérias celulolíticas (*F. succinogenes*, *R. albus* a *R. flavefaciens*), por afetar a integridade celular, e para fungos *Neocallimastix frontalis* cultivados *in vitro* (Pereira et al., 2013).

Os ácidos graxos saturados estão envolvidos na produção e armazenamento de energia, transporte de lipídeos, modificações covalentes de algumas proteínas regulatórias e síntese de fosfolipídeos e esfingolipídios utilizados na constituição de membranas (CAMPBELL, 2003). Os ácidos graxos saturados influenciam de forma diferente os níveis de colesterol sérico. Os de cadeia curta (com número inferior a 12 átomos de carbono) são metabolizados de forma diferente da dos ácidos graxos saturados de cadeia média a longa e, uma vez que são utilizados rapidamente em reações metabólicas, não são acumulados em tecidos ou como depósitos de gordura (SCHAEFER & BROUSSEAU, 1998). Bonanome & Grundy (1988) consideram que os ácidos graxos saturados com comprimento de cadeia variando de 12 a 16 átomos de carbono são capazes de elevar a concentração sérica de colesterol, principalmente o ácido láurico (C12:0) e o ácido mirístico (C14:0).

O ácido esteárico (C18:0), de cadeia longa, é considerado neutro em relação às concentrações plasmáticas de colesterol, pois, após sua ingestão, é rapidamente convertido a ácido oleico (C18:1n-9) pelo organismo (BONANOME & GRUNDY, 1988; SCHAEFER & BROUSSEAU, 1998).

#### 2.4.6.2 Ácidos graxos monoinsaturados (AGM)

Os ácidos graxos monoinsaturados (com uma insaturação) participam de processos fisiológicos são essenciais na manutenção da fluidez das membranas (Champe & Harvey, 1996; Lenhinger et al. 2002; Campbell, 2003). Os ácidos graxos monoinsaturados têm efeitos na redução de doenças cardiovasculares, uma vez que reduzem as concentrações plasmáticas de LDL (lipoproteínas de baixa densidade), além de inibirem a agregação plaquetária. (ROSSATO et al., 2009)

O ácido oleico tem uma dupla ligação localizada entre os carbonos 9 e 10 do grupo metil final, e é designado como ácido graxo monoinsaturado  $\omega$ 9 (ou n-9). Este ácido graxo pode ser sintetizado por todos os mamíferos, incluindo humanos.

Acredita-se que os ácidos graxos monoinsaturados a exemplo do ácido oleico (C 18:1 n-9), não influem nos níveis de colesterol. Com relação ao ácido elaídico (C18:1), resultante dos processos de hidrogenação de óleos vegetais, existem indícios de que poderia induzir à hipercolesterolemia. Contudo, mesmo havendo outros estudos que relacionam o consumo de gordura saturada e monoinsaturada a fatores de riscos cardiovasculares, ainda assim não é possível atribuir causalidade a esses fatores, visto que os resultados dos estudos ainda têm sido conflitantes, principalmente no que concerne à ação dos ácidos graxos monoinsaturados. (LIMA et al., 2000). Entretanto, Moreira, Curi & Mancini Filho (2002), associam o consumo de ácidos graxos monoinsaturados e dos ácidos graxos poli-insaturados, a uma menor taxa de doenças cardiovasculares.

#### 2.4.6.3 Ácidos graxos poli-insaturados (AGP)

As classes de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 ( $\omega$ 3) e ômega 6 ( $\omega$ 6) encontram-se presentes em tecidos e fluidos biológicos e são utilizadas na manutenção de processos vitais. Esses ácidos graxos são considerados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo humano e, por essa razão, devem ser fornecidos pela dieta (Campbell, 2003). A ingestão de gorduras saturadas eleva os níveis de colesterol sanguíneo, enquanto a ingestão de gorduras poli-insaturadas diminui esses índices. O efeito hipocolesterolêmico dos ácidos graxos das famílias ômega 3 e ômega 6 é consequência da modificação das membranas celulares e das lipoproteínas, do aumento da excreção biliar e fecal do colesterol, além da redução na síntese do VLDL (lipoproteína de densidade muito baixa) no fígado (BRITISH NUTRITION

FOUNDATION, 1992).

O ácido araquidônico (C20:4n-6) é um ácido essencial da família  $\omega$ 6 e é derivado do ácido linoleico (C18:2n-6) ou obtido através da dieta. O ácido araquidônico, agregado a fosfatídios (lecitinase, cefalinas), é componente integrante da estrutura celular e de partículas subcelulares, como mitocôndrias (onde acontece a respiração celular) e microssomos, e também participa da formação da bainha de mielina das terminações nervosas e de sua recomposição, nos casos de esclerose múltipla (Turatti, 2000). Determinados ácidos graxos de cadeia longa ( $\omega$ 3) são essenciais para a manutenção do metabolismo humano. O ácido  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ 3) é importante no controle e modulação do metabolismo do ácido araquidônico ( $\omega$ 6), com consequente redução na incidência de agregações plaquetárias, decréscimo nos riscos de doenças coronárias e formação de trombos (Budowski, 1999). O ácido eicosapentaenoico (EPA) mantém nos tecidos a regular atividade dos mecanismos envolvidos no metabolismo dos lipídeos sanguíneos, como a agregação plaquetária e o processo de coagulação sanguínea, e tem efeitos benéficos na prevenção de doenças como arteriosclerose, embolia, hiperglicemia, hipertensão, doenças autoimunes e problemas alérgicos, com consequente proteção da saúde cardiovascular (CURI et al., 2002).

Nas células animais os ácidos linoleico ( $\omega$ 6) e  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ 3) sofrem dessaturação e alongação das cadeias, nos quais eles competem pelas enzimas elongases  $\Delta$ 6-,  $\Delta$ 5- e  $\Delta$ 4-dessaturases. O ácido linoleico é dessaturado e alongado à ácido dihomo- $\gamma$ -linolenico (C20:3) e subsequentemente, é dessaturado a ácido araquidônico (C20:4). O ácido  $\alpha$ -linolênico é dessaturado e alongado para o ácido eicosapentaenóico (C20:5) e docosaexaenóico (C22:6). Os processos enzimáticos de dessaturação e alongação dos ácidos graxos são localizados principalmente na fração microssomal do fígado. A dessaturação dos ácidos graxos ( $\omega$ 3) é um pouco mais efetiva que a dos ácidos graxos  $\omega$ 6, uma vez que a enzima  $\Delta$ 6-dessaturase atua preferencialmente nos ácidos graxos  $\omega$ 3. (MOREIRA, CURI E MANCINI 2002).

A carne de animais silvestres (incluindo ruminantes selvagens) contém níveis bastante reduzidos de lipídeos totais e apresenta uma alta proporção de ácidos graxos poli-insaturados sobre ácidos graxos saturados (SINCLAIR & O'DEA, 1990).



Os ácidos graxos insaturados, especialmente aqueles com mais de duas ligações duplas, tendem a oxidar mais rapidamente que os saturados. Desta maneira, seu teor interfere na vida de prateleira de carne, uma vez que esses ácidos graxos são mais susceptíveis à rancificação, ocasionando cor, sabor e teor microbiológico indesejáveis no alimento. Esse efeito em relação à rancificação da carne é explicada pela elevada propensão que os ácidos graxos insaturados possuem em oxidar, conduzindo ao estágio de rancidez, conforme aumenta os tempos de exposição. A mudança de cor é devida à oxidação da oximioglobina vermelha em metamioglobina marrom (WOOD et al.,2003). Entretanto essas insaturações agregam sabor diferenciado ao produto durante seu cozimento, o que sensorialmente é interessante.

O Capítulo 2 desta dissertação trata do artigo “Qualidade físico-química e perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados em pasto com capim mimoso (*Axonopus purpusii*) e semiconfinados por 90 dias”, o qual foi formatado conforme normas do periódico, Pesquisa Agropecuária Brasileira, a que foi submetido.

### 3. REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J.J.S.; et al. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.4, p.443-449, 2008.

ABREU, U. G. P. de; et al. Análise da curva de crescimento da raça de bovino pantaneiro. In: Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e Caribe - SIRGEALC, 3ª.; Reunião Latino Americana de Especialistas em Arachis; 3ª Reunião Latino Americana de Especialistas em Recursos Genéticos Florestais, 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001, p.465-467.

ABREU, U.G.P., LOPES P.S., TORRES R.A.& SANTOS H.N.. Avaliação da introdução de tecnologias no sistema de produção de gado de corte no Pantanal. Desempenho e descarte de matrizes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 35, p. 2496-2503. 2006.

ABREU, U.G.P.; MCMANUS .C; SANTOS S.A. Cattle ranching, conservation and transhumance in the Brazilian Pantanal. **Pastoralism - Research, Policy and Practice**, v.1, p.99-114. 2010.

ALVES F.V.; et al. Fatores que influenciam no desempenho de bezerros pantaneiros criados em pastagem nativa no pantanal. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal – AICA**, n.5 p. 38-43.

ALVES, D.D.; et al. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia-GO, v.6, n.3, p. 135-149, 2005.

ALVES, V.F. **Desempenho zootécnico e características físico-químicas da carne de vitelões Nelore e Limousin x Nelore criados sob sistema orgânico e submetidos a diferentes suplementações em cocho privativo**. 112 f.. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

ARRIGONI, B.M.; et al. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1033-1039, out. 2004.

ARTHUR, P.F.; HEARNshaw, H.; JOHNSTON, D.; Evaluation of Angus, Charolais and Hereford as terminal sire breeds on Hereford and first-cross cows. II. Carcase characteristics and retail yield of progeny. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.46, n.6, 1245-1258, 1995.

BABICZ-ZIELINSKA, E. Food preferences among the university students. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**. v.7, n.1, p.135-139, 1998.

BARBOSA, B. R. P.; et al. Tolerância ao calor em bovinos das raças Nelore branco, Nelore vermelho e Pantaneira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador**, v.15, n.4, p.854-865, 2014.

BARLOW, S.; PIKE, I. H. Humans, animals benefit from ômega-3 polyunsaturated fatty acids. **Feedstuffs**, Mineapolis, v. 63, n. 19, p. 18-26, 1991.

BATISTA DE DEUS, J. C.; SILVA, W. P.; SOARES, G. J. D. Efeito da distância de transporte de bovinos no metabolismo post mortem. **Revista Brasileira do Agronegócio**, v. 5, n. 2, p. 152-156, 1999.

BAYLEY, A. J. The basis of meat texture. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 23, n. 8, p. 995-1007, Aug. 1972.

BELDA, M.C.R. & POURCHET-CAMPOS, M.A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.11, v.1, p. 5-35. 1991.

BICKERSTAFFE, R.; LE COUTER, C. E.; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: INTERNACIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 43., 1997, Auckland. **Anais...** Auckland: ICOMST, 100p. 1997.

BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2003. 151p.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do Processamento de Alimentos** cap. 5, p.121-159,1984.

BONAGURIO, S.; et al. Composição centesimal da carne de cordeiros Santa Inês puras e de seus mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2387 - 2393, 2004.

BONANOME A. M. D.; GRUNDY S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 318, n. 19, p. 1244-1247, May 1988.

BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras e Saneamento. **Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai**: Relatório Técnico. Rio de Janeiro, v.1, 184p, 1974.

BRESSAN, M. C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. 201 p. Tese (**Doutorado** em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

BRESSAN, M.C.; et al. Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in Bos indicus and Bos taurus finished on pasture or grain. **Journal Animal Science**, v. 89, p. 221–232, 2011.

BRITISH NUTRITION FOUNDATION. **Unsaturated fatty acids**: nutritional and physiological significance. London: Chapman & Hall, 1992, 211 p.

BUDOWISK, P. Alpha-linolenic acid and the metabolism of arachidonic acid. **Lipids**, v.34, p. S48-S52, 1999.

CAMPBELL, M. K; **Bioquímica**. 3. ed. Ed. Artmed. Porto Alegre. 752 p. 2003.

CAMPOS, O.F. de; LIZIEIRE, R.S.; ALVES, P.A.P.M. **Produção de Vitelos - Alternativa para aumentar a renda do produtor de leite**. Viçosa, 1997. 28 p. (Embrapa - CNPGL/CPT. Manual, 112).

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2003. 207p.

CHAMPE, P. C; HARVEY, R. A. **Bioquímica Ilustrada**: TRAD. Ane Rose Bolner. – 2 ed. – Porto Alegre: Artes Médicas. 2 ed.. 446p. 1996. CIE. **Colorimetry**. CIE Publication n. 15.2, 2nd ed. Vienna: Commission Internationale de Leclairage, 1986, 1v.

COMASTRI FILHO, J. A. **Pastagens cultivadas**. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). Tecnologias e informações para a pecuária de corte no Pantanal. Corumbá,1997. p.21-47.

COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A. **Introdução e avaliação de forrageiras em "cordilheira" desmatada na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá, MS: EMBRAPA- CPAP, 1996. 47 p. (EMBRAPA-CPAP). Boletim de Pesquisa, 04.

CORÓ, F. A. G.; YOUSSEF, E. Y.; SHIMOKOMAKI, M. Carne do zebu: o que está por trás da sua textura? **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 23, n. 27, p. 28-33, set. 1999.

COSTA, H.S.A.; et al. Genetic Background and Diet Impact Beef Fatty Acid Composition and Stearoyl-CoA Desaturase mRNA Expression. **Lipids**. v. 48, n. 4, 48, p. 369-381, 2013.

COSTA, R. G; SANTOS, N. M. S; SOUSA, W. H, et al. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v.40, n.8, p.1781-1787, 2011.

COSTA, F.P.; FEIJÓ, G.L.D.; FEIJÓ, R.M.B. **Embrapa Gado de Corte** <<http://www.agrolink.com.br/noticias/NoticiaDetalhe.aspx?codNoticia=60268>> Acesso em: 20 de julho de 2015.

CUNDIFF, L.V.; et al. Characteristics of diverse breeds in cycle IV of the cattle germplasm evaluation. **Beef Research Progress Report**, v.71, p.57-60, 1993.

CURI, R.; et al. **Entendendo as gorduras: os ácidos graxos**. 1ª Edição, Editora Manole, 572 p. 2002.

EMBRAPA-SIGER. Produção de carne de bezerros. EMBAPA/CNPGC. Campo Grande-MS. 10p. 1999.

ESENBUGA, N.; YANAR, M.; DAYIOGLU, H. Physical, chemical and organoleptic properties of ram lamb carcasses from four fat-tailed genotypes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 99-105, Feb. 2001.

FAUSTMAN, C., SUN, Q., MANCINI, R., & SUMAN, S. P. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, n. 86, p.86–94. 2010.

FELICIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, p. 89-97. 1999.

FELTON, E. E. D.; KERLEY, M. S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.1794-1805, 2004.

FORREST, J. C.; et al. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p.

GARCIA-ARIAS, M. T.; et al. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets: effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. **Food Chemistry**, Great Britain, v. 83, n. 3, p. 349-356, 2003.

GLITSH, K. (2000). Consumer perceptions of fresh meat quality: Cross-national comparison. **British Food Journal**, v. 102, n. 3, p. 177-194, 2000.

GONÇALVES, D.F.; et al. Relação entre o pH da carne de porco e a duração do período de tempo que antecede o abate. In: XIX Congresso de Zootecnia – diversidade na produção – 2015. Conference: XIX Congresso de Zootecnia - Diversidade na Produção. **Anais**. , Ponte de Lima - Portugal, p.256 – 259. 2015.

GRUBER,S.L.; et al. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. **Journal Animal Science**, v.84, n.12, p.3387-3396. Dez. 2006.

HAUTRIVE, T.P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E.H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 327-334, 2012.

HORCADA, A.; et al. Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha e Rasa Aragonesa). **Animal Science**, Midlothian, v. 67, n. 3, p. 541-547, Dec. 1998.

HUFFMAN, K. L., et al. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. **Journal Animal Science**, n.74, p. 91–97. 1996.

Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária. **Maior rebanho mato-grossense foca reconhecimento inédito**. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/noticias.php?id=738>> Acesso em 01 de agosto de 2015.

JOO, S.T.; KIM, G.D.; HWABG, Y.H.; RYU, Y.C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v.95, p. 828–836, 2013.

KAUFMANN, A.; LEUENBERGER, H.; KUNZI, N. Relative carcass value of Simmental, Holstein and their crosses based on veal calves, fattening bulls and culled cows in Switzerland. **Livestock Production Science**, 1996, v.46, n.1, p.13-18, 1996.

KYLE, R. New species for meat production. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 123, n. 1, p. 1-8, Aug. 1994.

LAMBERTUCCI, D.M; et al. Características de carcaça e composição centesimal do músculo *longissimus* de diferentes grupos genéticos terminados a pasto. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.16; p. 544 – 557, 2013

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. São Paulo: Artmed, 2005, p. 384.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

LESÍÓW, T.; OCKERMAN, H. W. Funcional and sensory attributes of normal pH values in SM e LD of bull muscles depending on time of cutting and aging. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44., 1998, Barcelona. **Anais...** Barcelona: ICOMST, 1998.

LIMA, F. E.L.; et al. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista Nutrição**, v.13, p. 73 - 80, 2000.

LIMA JUNIOR, D.M.J; et al. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinária Brasileira**, v.5, n.4, p.351-358, 2011.

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES E.; WALLACE ,R. J.The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal, Research**, v.1. AOCS n. 4, p.1008–1023. 2010.

LUCHIARI-FILHO, A. As diferenças na qualidade das carcaças e da carne de bovinos puros e cruzados. In: CASTILLO, C.J.C. **Qualidade da Carne**. São Paulo: Varela, 2006. Cap. 2. p. 39 – 51.

MACDOUGALL, D.B. Color of meat. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Ed.). **Quality attributes and their measurements in meat, poultry and fish products**. Gaithersburg: Aspen Publishers, 505p. chap. 3. v. 9, p. 79-93. 1999.



MALTIN, C.; et al. Determinants of meat quality: tenderness. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, p. 337 – 347, 2003.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Produção. Projeto de Apoio à Criação do Parque Natural Regional do Pantanal. **Programa Vitelo do Pantanal**. Campo Grande, MS. SEPRODES, p.45. 2000.

MATURANO, A. M. P. **Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. 2003. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MAZZA, M.C.M.; MAZZA, C.A.S.; SERENO, J.R.B.; SANTOS, S.A.; PELLEGRIN, A.O. **Etnobiologia e conservação do bovino Pantaneiro**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 61 p.

McMANUS, C.; PRESCOTT, E.; PALUDO, G. R.; BIANCHINI, E.; LOUVANDINI, H.; MARIANTE, A. S. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. **Livestock Science**, v.120, p.256-264, 2009.

MCNEILL, H.S. Inclusion of red meat in healthful dietary patterns. **Meat Science**, v. 98, p. 452 – 460, 2014.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportação**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/exportacao>> Acesso em 28 de julho de 2015.

MONTE, A.L.S.; et al. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão **Agropecuária Científica no Semiárido - ACSA**. V. 8, n. 3, p. 11-17, jul – set , 2012.

MOREIRA, N.X.; CURI, R.; MANCINI FILHO. Fatty acids: a review. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. São Paulo, SP. , v.24, p.105-123, dez., 2002.

MORETTO, E. FETT R.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M. Introdução à ciência de alimentos. Editora da UFSC, 255 p., 2005.

MORETTO, E.; FETT, R.. **Óleos e gorduras vegetais: processamento e**

**análises**. 2ª . ed. rev. Florianópolis: UFSC, 1989.

NIKMARAM, P; YARMAND, P.M.S.; EMAMJOMEH, Z.; DAREHABI, K. The Effect of Cooking Methods on Textural and Microstructure Properties of Veal Muscle (*Longissimus dorsi*). **Global Veterinaria**, v. 6 n. 2, p. 201-207, 2011.

OSÓRIO, M. T. M; OSÓRIO, J. C.S. Condições de abate e qualidade de carne. **In: EMBRAPA**. (ed) Curso de Qualidade de carne e dos produtos cárneos. Bagé/RS: EMBRAPA, 2000, v. 4, cap.7, p.77-128.

ORDONEZ, Juan. **Tecnologia de alimentos**. Volume 2. Alimentos de origem animal – 1ª. Ed., Ed. Artmed – SP, p. 153. 2005.

PARDI, M. C.; et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: Universidade de Goiás, v. 2. 624 p. 2001.

PARMIGIANI, P.; TORRES, R. Para além da rastreabilidade. **Revista Nacional da Carne**, v.33, n.391, p.8-15, 2009.

PAULINO, P.V.R.; DUARTE, M.S.; OLIVEIRA, I.M. Aspectos zootécnicos determinantes da qualidade de carne. In: II Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes, 2013, Itapetinga. **Anais...** Itapetinga: UESB, 2013. p. 8 – 37.

PEREIRA, A. S. C. **Qualidade da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP. Pirassununga – SP. 100p. 2002.

PEREIRA, L.A. **Estudo comparativo de técnicas de determinação da força de cisalhamento de carnes**. 2012. p. 70. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP, 2012.

PEREIRA, L. G.R.; et al. Técnicas de mitigação de gases na produção pecuária. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2013, Itapetinga. **Anais...** Itapetinga: UESB, 2013, p 38 – 69.

PITOMBO, R.S.; et al. Qualidade da carne de bovinos superprecoces terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n.4, p.1203-1207, 2013.

PLATTER, W. J., et al. Relationships of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef strip loin steaks. **Journal Animal Science**. N. 81, p.2741–2750, 2003.

POTT, E.B., CATTO, J.B., BRUM, P.A.R. Períodos críticos de alimentação para bovinos em pastagens nativas, no Pantanal Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p.1427-1432, 1989.

PRÄNDLL, O.; et al. **Tecnologia e hygiene de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1994. 854 p.

PRICE, J.F.; SCHWEIGGERT, B.S.; **Ciência de la Carne y de los Productos Carnicos**, Zaragoza, Editorial Acribia, 668 p. 1976.

ROÇA, R. O. **Composição química da carne**. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal Fazenda Experimental Lageado. F.C.A. - UNESP – Campus de Botucatu – SP, 2006.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 202 p. 2000.

RODRIGUES, C.V.; et al. Ácidos Graxos na Carne de Búfalos e Bovinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.434-443, 2004.

ROSA, A. N. Manejo e melhoramento genético. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). **Tecnologias e informações para a pecuária de corte no Pantanal**. Corumbá, 1997. p.85-109.

ROSA, D.J. H.; et al. Effect of corn supplementation of grass finishing of Holstein bulls on fatty acid composition of meat lipids. **Journal of Animal Science**, n.92, p. 3701-3714. 2005.

ROSE, D.P.; CONNOLLY, J.M. Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. **Pharmacology & Therapeutics Journal**, v. 83, p. 217-244, 1999.

ROSSATO, L. V.; et al. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1841-1846, 2009.

SABADINI, E., et al. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada. **Ciência, Tecnologia e Alimentos**, Campinas, v. 21 n.1, p.14-19, jan.- abr. 2001.

SAN VITO, E.; et al. Fatty acid profile, carcass and quality traits of meat from Nellore young bulls on pasture supplemented with crude glycerin. **Meat Science**, v. 100, p.17–23. 2015.

SANTOS, S. A.; et al. Seleção das fitofisionomias da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, por bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIO-ECONOMICOS DO PANTANAL, 3., 2000, Corumbá. **Os desafios do novo milênio: anais**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001.

SANTOS, S. A.; et al. Composição Botânica da Dieta de Bovinos em Pastagem Nativa na Sub-Região da Nhecolândia, Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1648-1662,2002a.

SANTOS, S. A.; et al. Sistemas Silvopastoris Naturais e Alterados no Pantanal. In: Resumos do VI CBA e II CLAA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n. 2, p. 1556- 1559. 2009.

SANTOS, S. A.; et al. **Sistema de criação de gado de corte do Pantanal**. EMBRAPA/Pantanal, Corumbá – MS. 80p. 2002.

SARAIVA, L. G; LOPES, A. Apontamentos de nutrição: **As proteínas**. Universidade Nova de Lisboa. Instituto de Tecnologia Química e Biológica. 2002. 4 p. <[www.unl.pt/itqb/nutriçao](http://www.unl.pt/itqb/nutriçao)> acesso em 25 de janeiro de 2015.

SCHAEFER, E. J.; BROUSEAU, M. E. Diet, lipoproteins, and coronary heart disease. **Endocrinology and Metabolism Clinics of Nortean America**, v. 27, n. 3, p. 711, 1998.

SILVA, D. J. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos** – 2ª ed. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 165 p. 1990.

SILVA, D.J. e QUEIROZ, A .C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª Edição: Editora da UFV, Minas Gerais, 2005.

SILVA, J.A.; PATARATA, L; MARTINS, C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. **Meat Science**, v. 52, p. 453 – 459, 1999.

SILVEIRA, A.C. Novilho superprecoce: técnicas de nutrição e manejo. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.153-166.

SINCLAIR, A. J.; O'DEA, K. Fats in Human diets through history: is the western diet out of step? In: WOOD, J. D.; FISHER, A. V. **Reducing fat in meat animals**. London: Elsevier, p. 1-47, 1990.

TAKAHASHI, F., et al. Avaliação da pecuária extensiva do Pantanal por meio de análise emergética– análise preliminar. **46º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, PR – UEM – 14 a 17 de julho de 2009**.

TAUBES, G. The soft science of dietary fat. **Meat Science**, Washington, v. 291, n. 5513, p. 2536-2541, 2001.

TEITELBAUM, J.E.; WALKER, W.A. Review: The role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. **Journal Nutricion Biochem.**, New York, v.12, p.21-32, 2001.

TROY, D. J., & KERRY, J. P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science**, v. 86, p. 214–226, 2010.

TUME, R. K. The effects of environmental factors on fatty acid composition and the assessment of marbling in beef cattle: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.663-668, 2004.

TURATTI, J. M. Efeito dos ácidos graxos  $\Delta$ -3 e fitoesteróis. **Food Ingredients**, p. 54-58, 2000.

VELOSO, C. M. **Efeito do grupo genético, da nutrição e do sexo sobre as características de carcaça de bovinos**. Boletim Serrana Nutrição Animal. 06 de

dez de 2000. 3p. Disponível: <[www.serrana.com.br/boletins](http://www.serrana.com.br/boletins)>. Acesso em 24 de Outubro de 2014.

VINHAS, I.L.C.; et al. Produção de bezerros jovens em pastagens nativas, mistas ou cultivadas no Pantanal Sul. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.3, p. 585-593, jul/set, 2008.

VISENTAINER, V. J.; FRANCO, B. R. M. **Ácidos graxos em óleo e gorduras: identificação e quantificação**. São Paulo: Varela, 2006. p.18.

WOOD, J.D.; et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Journal of Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.

YOUDIM, A.K.; MARTIN, A.; JOSEPH, J.A. Essential fatty acids the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v.18, p.383-399, 2000.

**CAPÍTULO 2: QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* DE NOVILHOS PANTANEIROS CRIADOS EM PASTO COM CAPIM MIMOSO (*Axonopus purpusii*) E SEMICONFINADOS POR 90 DIAS.**

## **QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* DE NOVILHOS PANTANEIROS CRIADOS EM PASTO COM CAPIM MIMOSO (*Axonopus purpusii*) E SEMICONFINADOS POR 90 DIAS.**

Tatiane Regina Cunha<sup>a</sup>, João Vicente Neto<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Aluna de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFMT – *Campus Cuiabá Bela Vista*

<sup>b</sup>professor do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *Campus Bela Vista*. Mato Grosso, Brazil.

### **Abstract**

In order to evaluate the quality characteristics and fatty acid profile of the Longissimus dorsi of steers Pantanal created exclusively grazing and semi-confined for 90 days, 28 anerolados animals aged 8-9 months were subjected to grazing on grass and feed supplementation of diet with 18% CP for 90 days and slaughtered at the age of 12 months. The semi-confined animals showed carcass yield (52.33%) superior to animals raised on pasture (50.03%). The lipid content was influenced by the system creation, being higher in animals raised on pasture. There was a predominance of monounsaturated fatty acids and omega 9 in both breeding systems studied, being higher in animals raised only under grazing on grass feed. The semi-confined animals demonstrated higher levels of polyunsaturated fatty acids (14.56%). The meat presented CIELab color values befitting characteristic of young animals and values to color a \* ranging from 15.82 to 16.36 and low light. It was found that the semi confinement for 90 days in Pantanal Zebu animals raises the carcass yield without interfering with other physical-chemical properties and fatty acid profile of the Longissimus dorsi muscle.

**Keywords: meat quality, management system, sustainability.**

### **Resumo**

Com o objetivo de avaliar as características de qualidade e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados exclusivamente a pasto e semiconfinados por 90 dias, 28 animais anerolados com idade de 8 a 9 meses foram submetidos ao pastejo em capim mimoso e a suplementação com ração com 18% de PB durante 90 dias e abatidos com idade de 12 meses. Os animais semiconfinados apresentaram rendimento de carcaça (52,33%) superior ao dos animais criados a pasto (50,03%). O teor de lipídeos foi influenciado pelo sistema de criação, sendo superiores nos animais criados a pasto. Houve predominância de ácidos graxos monoinsaturados e ômega 9 em ambos os sistemas de criação estudados, sendo superiores nos animais criados somente sob pastejo em capim mimoso. Os animais semiconfinados demonstraram teores superiores de ácidos graxos poli-insaturados (14,56%). A carne apresentou valores de cor CIELab condizente com característica de animais jovens e valores para cor a\* variando entre 15,82 a 16,36 e baixa luminosidade. Constatou-se que o semiconfinamento por 90 dias em animais pantaneiros anelados eleva o rendimento de carcaça sem interferir nas demais qualidades físico-químicas e perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*.

**Palavras-chave: qualidade de carne, sistema de manejo, sustentabilidade.**



## 1. Introdução

A pecuária de corte no Brasil é uma atividade econômica muito importante, na qual se apresenta atualmente como o país detentor do maior rebanho comercial de bovinos e o maior exportador de carne bovina do mundo. Neste sentido, o estado de Mato Grosso devido à sua pujança na alta produção de grãos e às grandes áreas disponíveis para pastagens, destaca-se por possuir o maior rebanho bovino do Brasil, bem por conciliar a produção de carne bovina de maneira sustentável e ambientalmente correta.

O termo sustentabilidade tem sido debatido atualmente de forma mais intensa, onde a pecuária de corte é o alvo de diversas discussões. O enfoque na criação de bovinos e sua influência sobre o ambiente e a conservação dos recursos naturais e genéticos são pontos cruciais neste debate, pois intervêm da premissa de abertura de áreas para introdução de pastagens.

Desmitificando este fato, a criação de gado de corte no Pantanal de Mato Grosso é fato consolidado há mais de 100 anos e se caracteriza pela produção de animais em imensas áreas de pastos nativos, conciliando o uso sustentável do meio ambiente com produção agropecuária. Assim, por serem criados em grandes áreas consumindo pastagens nativas, a carne destes animais apresenta características diferenciadas relacionadas às suas características físico-químicas, principalmente no sabor.

Diversos pesquisadores consideram que o manejo sustentável de sistemas complexos, como o Pantanal, é extremamente difícil e constitui o principal desafio para cientistas, técnicos e proprietários rurais e que o aproveitamento de uma área no Pantanal não deve ser unilateral, sendo necessário entender todo o processo (interações entre componentes bióticos e abióticos) e o papel de cada espécie no seu respectivo ecossistema.

Por outro lado, para que o sistema de produção de gado de corte no Pantanal seja economicamente viável, deve-se tentar otimizar o uso das pastagens nativas, e de manejos alternativos que mantenham os animais saudáveis, com baixo custo de produção e redução do período de desmame e engorda.

Uma das alternativas mais usuais na pecuária moderna é o uso da suplementação concentrada proteica pelos animais com o objetivo de uma engorda mais rápida e melhor acabamento de carcaça. Porém, dependendo dos ingredientes utilizados nos suplementos concentrados, bem como o período de suplementação dado aos animais, pode haver interferência na qualidade físico-química da carne, o que no caso de animais criados em pastagem nativa torna-se um inconveniente.

Considerando este cenário, aliado à aptidão natural do pantanal mato-grossense de produzir bovinos de corte com características sensoriais diferenciadas, objetivou-se com este estudo avaliar a interferência da suplementação proteica nas características físico-químicas e perfil de ácidos graxos em bezerros anelorados criados sob pastagem nativa do Pantanal de Mato Grosso e semi confinados por 90 dias.

## 2. Materiais e métodos

### 2.1 Material experimental e coleta de amostra

Neste estudo foram utilizados 28 cortes do músculo *Longissimus dorsi*, de novilhos pantaneiros machos, anelorados (*Bos indicus*), não castrados, com 12 meses de idade, oriundos de fazenda localizada no município de Cáceres – MT, com coordenadas geográficas 16° 04' 16" S e 57° 40' 44" W; altitude de 126 m; temperatura média anual de 24 °C e precipitação anual de 1.350 mm, no extremo norte do Pantanal. Os animais foram nascidos de monta natural em setembro de 2012 e criados sob amamentação até a desmame com 07 meses de idade e, posteriormente, foram mantidos em pastagem nativa de capim mimoso (*Axonopus purpusii*) até o momento da aquisição em abril de 2013.

Após a desmame os animais foram separados em 02 (dois) lotes uniformes e submetidos a um período de adaptação de 60 dias em sistema extensivo de criação sob pasto nativo. Posteriormente a este período, foram aplicados os tratamentos específicos (Tratamento 1 – a pasto nativo (PN) e Tratamento 2 – pasto nativo + suplementação com ração com 18% de PB (PN+SC)), por um período de 90 dias até completarem a idade de 12 meses, quando foram abatidos em frigorífico com inspeção sanitária SIF N° 3031 em acordo com a legislação brasileira vigente.

As amostras do músculo *Longissimus dorsi* para cada tratamento foram extraídas das carcaças dos animais após 24 horas *post-mortem*, na porção entre a 9ª e 11ª vértebra lombar, sendo utilizada a porção medial do músculo localizado na 10ª vértebra lombar para uso nas análises físico-químicas e perfil de ácidos graxos. Após a coleta, as amostras foram envolvidas em folhas de papel alumínio, colocadas em caixas isotérmicas de isopor e encaminhadas ao laboratório de análise de alimentos do IFMT – *Campus* Cuiabá Bela Vista.

## 2.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em 02 (dois) tratamentos: T1 – mantidos exclusivamente em pastagem nativa de capim mimoso (*Axonopus purpusii*) e T2 – mantidos em semiconfinamento com pastagem nativa de capim mimoso (*Axonopus purpusii*) e suplementação com ração de 18% PB, com 14 repetições, totalizando 28 parcelas experimentais. Cada porção do músculo *Longissimus dorsi* extraído da parte central entre a 9ª e 11ª vértebra lombar de cada animal foi considerado uma parcela experimental. Os animais do T2 foram suplementados uma vez ao dia no período da manhã e consumiam 2 kg de ração ao dia.

## 2.3 Análises físico-químicas

### 2.3.1 Composição centesimal

Amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram coletadas da 10ª vértebra lombar das carcaças dos animais de ambos os tratamentos para a determinação da composição centesimal. A proteína foi quantificada pelo método de micro-Kjeldahl nº 920.87 da AOAC (2000), utilizando o fator 6,25 x N, o extrato etéreo pelo método Soxhlet nº 920.39C da AOAC (2001), a umidade em estufa a 105 °C até a obtenção de peso constante pelo método nº 920.151 da AOAC (1997), e as cinzas em mufla a 550 °C pelo método gravimétrico nº 923.03 da AOAC (2000). Os valores da composição centesimal foram expressos em porcentagem (%).

### 2.3.2 Determinação de pH final

Os valores de pH final dos músculos foram medidos por meio da inserção de eletrodo combinado, tipo penetração (Digimed M DM20), acoplado a um potenciômetro digital portátil, em três diferentes pontos de cada amostra 24h *post-mortem*, e seus valores foram expressos em unidade de pH.

### 2.3.3 Perfil de ácidos graxos

Para a análise de ácidos graxos, os lipídios totais foram extraídos de acordo com os procedimentos descritos por Folch, Lees e Stanley (1957), e a preparação de ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada de acordo com Hartman e Lago (1973). Os ácidos graxos foram saponificados com uma solução de NaOH metanólico e metilado em condições ácidas por adição de uma solução de cloreto de amônia, metanol e ácido sulfúrico. Após metilação, 5 mL de hexano foram adicionados à

amostra, previamente submetida a agitação por 10 segundos. Ret-se do irosobrenadante uma alíquota de 3 ml, que foi concentrada com nitrogênio gasoso, resuspendida em 100 µL de hexano antes da análise cromatográfica. Os ésteres metilados dos ácidos graxos foram submetidos à cromatografia gasosa em cromatógrafo Shimadzu (modelo CG – 2010) acoplado a um software desenvolvido pela Shimadzu, equipado com detector de ionização de chama e coluna nas dimensões 100 m × 0,25 mm × 0,20 µm. (Carbowax, USA), contendo polietilenoglicol como fase estacionária líquida. Foi utilizada como padrão cromatográfico uma mistura de 37 ésteres metílicos (Supelco™ 37 Component FAME Mix).

Foram utilizados os seguintes parâmetros operacionais: modo de injeção “split”, com razão de divisão de 1:10; volume injetado de 1 µL; temperatura do detector de 220°C; temperatura do injetor de 200°C; programa de temperatura: 4°C/min, até atingir 150°C, permanecendo nesta temperatura por 5 minutos, mantendo a rampa de aquecimento de 4 °C/min até atingir 220 °C, permanecendo por 20 minutos nesta temperatura, e o gás de arraste utilizado foi o nitrogênio em fluxo de 1 mL/minuto

A identificação dos picos de cada ácido graxo das amostras foi realizada pelo método comparativo, com os tempos de retenção do padrão de ésteres de ácidos graxos e as respectivas áreas de cada ácido graxo calculado pelo software acoplado ao cromatógrafo e os valores expressos em porcentagem (%).

A partir do perfil dos ácidos graxos identificados para os tratamentos PN e PN+SC, foi calculado o somatório dos ácidos graxos saturados (SFA), ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), ácidos graxos poli-insaturados (MUFA). A avaliação da qualidade dietética dos ácidos graxos foi realizada segundo proposta sugerida por Ulbricht e Southgate (1991), a partir dos cálculos do Índice de Aterogenicidade (IA) =  $[(C12: 0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma \text{ MUFA} + \Sigma n-6 + \Sigma n-3)$  e Índice de Trombogenicidade (IT) =  $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \Sigma \text{ MUFA}) + (0,5 \times \Sigma n-6 + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3/\Sigma n-6))]$  com os valores médios dos percentuais de ácidos graxos obtidos nos tratamentos PN e PN+SC, a fim de estabelecer uma comparação entre os processos de terminação.

As atividades das enzimas  $\Delta 9$  dessaturases e elongase foram determinadas de acordo com Malau-Aduli et al. (1997), Kazala et al. (1999) e Pitchford et al. (2002), considerando os valores médios dos percentuais de ácidos graxos obtidos no tratamento PN e PN+SC, da seguinte forma:

$$\Delta 9 \text{ dessaturase } 16: 100 [(C16:1\text{cis}9)/(C16:1\text{cis}9 + C16:0)]$$

$$\Delta 9 \text{ dessaturase } 18: 100 [(C18:1\text{cis}9)/(C18:1\text{cis}9 + C18:0)]$$

Elongase:  $100 [(C18 :0 + C18:1cis9)/(C16:0 + C16:1cis9 + C18:0 + C18:1cis9)]$

#### 2.3.4 Determinação da Cor Objetiva

A avaliação objetiva da cor final dos produtos foi realizada com o uso de colorímetro (Konica, Minolta Sensing Inc CM-5), seguindo as recomendações sugeridas por AMSA (2012) para carnes. Para o cálculo dos índices de cor, foram estabelecidos o ângulo do observador de 10°, iluminante D65 e o sistema de cor CIELAB, com luz especular excluída (SCE). As coordenadas de cor L\*, a\* e b\* foram obtidas, considerando-se o valor médio de três leituras realizadas em diferentes pontos da superfície de corte das amostras. Os índices de saturação (C\*), ângulo de tonalidade (h\*) foram calculados pelas seguintes fórmulas:  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ;  $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ .

#### 2.3.5 Força de cisalhamento (FC)

No teste de análise de textura, as amostras foram analisadas em texturômetro TA.XT2i (Texture Analysis Stable Micro System Inc.), realizado segundo procedimento descrito por AMSA, 2012 com uso da probe Warner Blatzer, com lâmina de 1 mm, a velocidade empregada foi de 5 mm s<sup>-1</sup>, e os resultados dos picos de força foram expressos como força de cisalhamento, em kgf.

#### 2.3.6 Perda de peso por cozimento (PPC)

Na determinação da perda de peso por cozimento as amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram cozidas em grill (Quimis ISO 90002, 2000w) à temperatura de 150 °C até atingirem a temperatura interna de 70 °C controlada por termômetro de inserção, conforme metodologia da AMSA (2012). As amostras foram pesadas previamente cruas e após cozimento. A partir da diferença entre os pesos das amostras cozidas e cruas obteve-se a perda de peso por cozimento e os valores foram expressos em porcentagem (%).

### 2.4 Análises estatísticas

Os dados foram analisados pela ANOVA com o auxílio do software estatístico R (R Core Team, 2013) usando o modelo estatístico:  $Y = \mu + O_i + e$ ; Onde:  $\mu$  = média geral;  $O_i$  = efeito do sistema de terminação ( $i = 1$  a 2);  $e$  = erro experimental, que por suposição tem média = 0 e variância  $\sigma^2$ .

### 3. Resultados

#### 3.1 Composição química e perfil de ácidos graxos da ração e pasto nativo

As amostras da ração e do capim mimoso (*Axonopus purpusii*) foram coletadas ao longo do desenvolvimento do experimento e homogeneizadas em uma amostra composta para posterior análise de perfil de ácidos graxos e composição química no laboratório de análise de alimentos do IFMT – *Campus* Bela Vista.

**Tabela 1** – Composição centesimal na matéria seca (MS) e perfil de ácidos graxos do capim mimoso (*Axonopus purpusii*) e ração consumida pelos novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias. Cuiabá, 2014.

Componente	Produto	
	Ração	Capim Mimoso
Proteína Bruta (%)	18,79	4,23
Lipídeos (%)	2,32	0,89
Cinzas (%)	3,89	0,98
Fibra bruta (%)	12,32	71,28
Ácido Graxo (%)	Produto	
	Ração	Capim Mimoso
C12:0	0,48	0,51
C13:0	4,68	0,68
C14:0	2,49	2,42
C14:1	0,81	0,79
C15:0	0,11	0,18
C15:1	0,19	0,17
C16:0	11,49	11,92
C16:1	12,68	12,88
C17:0	0,59	0,56
C17:1	1,19	1,33
C18:0	0,89	0,92
C18:1n9Trans	7,49	8,07
C18:1n9Cis	16,23	16,58
C18:2n6Trans	11,97	12,58
C18:2n6Cis	4,68	4,63
C18:3n6	15,87	16,32
C18:3n3	0,29	0,36
C20:0	0,07	0,09
C21:0	7,28	8,38
C20:2	0,33	0,38
C20:3n6	0,16	0,12
Ácidos Graxos Saturados (SFA)	28,12	25,67
Ácidos Graxos Monoinsaturados (MUFA)	38,59	39,82
Ácidos Graxos Poli-insaturados (PUFA)	33,30	34,52
Total ácidos graxos ômega 3	0,29	0,36
Total ácidos graxos ômega 6	28,00	29,03
Total ácidos graxos ômega 9	23,72	24,65

### 3.2 Rendimento de carcaça e pH final

As médias de pH e rendimento de carcaça (RC) no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias são apresentadas na Tabela 2.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para Rendimento de Carcaça (RC) entre os tratamentos estudados.

**Tabela 2** – Médias de pH e Rendimento de Carcaça (RC) no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias. Cuiabá, 2014.

Fator	Tratamento		P-trat <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>
	PN	PN+SC		
Ph	5,53 <sup>a</sup>	5,54 <sup>a</sup>	0,275	0,001
Rendimento de carcaça (%)	50,03 <sup>b</sup>	52,33 <sup>a</sup>	<0,000	0,059

<sup>2</sup>EPM – erro padrão da média.

<sup>1</sup>P-trat – Probabilidade para efeito de tratamento.

Médias seguidas de letras diferentes entre colunas, diferem entre si pelo teste F a 5%.

### 3.3 Composição centesimal

As médias da composição centesimal no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias são apresentados na Tabela 3. Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para as análises de proteína bruta, extrato etéreo e umidade.

**Tabela 3** – Médias da composição centesimal no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias. Cuiabá, 2014.

Fator	Tratamento		P-trat <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>
	PN	PN+SC		
Umidade (%)	71,39 <sup>b</sup>	75,61 <sup>a</sup>	<0,000	0,990
Proteína bruta (%)	25,04 <sup>a</sup>	23,44 <sup>b</sup>	<0,000	1,015
Extrato etéreo (%)	2,05 <sup>a</sup>	1,19 <sup>b</sup>	0,002	1,047
Cinzas (%)	1,05 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,023	0,027

<sup>2</sup>EPM – erro padrão da média.

<sup>1</sup>P-trat – Probabilidade para efeito de tratamento.

Médias seguidas de letras diferentes entre colunas, diferem entre si pelo teste F a 5%.

### 3.4 Perfil de ácidos graxos

As médias de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias estão expostas na Tabela 4.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nas médias dos ácidos graxos C14:0; C16:0; C16:1; C18:1n9Trans; C18:2; C18:3; e para o somatório dos Ácidos Graxos Monoinsaturados (MUFA); Ácidos Graxos Poli-insaturados (PUFA) e para os Ácidos Graxos da série  $n-6$ .

**Tabela 4** – Médias de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias. Cuiabá, 2014.

Ácido Graxo (%)	Tratamento		P-trat <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>	
	PN	PN+SC			
C12:0	Ác. Láurico	0,27 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>	0,187	0,098
C13:0	Ác. Tridecanóico	0,862 <sup>a</sup>	0,787 <sup>a</sup>	0,682	0,229
C14:0	Ác. mirístico	2,05 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	0,004	0,370
C14:1	Ác. miristoléico	0,73 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,720	0,224
C15:0	Ác. pentadecílico	1,09 <sup>a</sup>	1,83 <sup>a</sup>	0,435	5,965
C15:1	Ác. 5-pentadecanóico	10,58 <sup>a</sup>	12,53 <sup>a</sup>	0,540	76,391
C16:0	Ác. palmítico	13,72 <sup>a</sup>	7,48 <sup>b</sup>	0,073	78,110
C16:1 <i>cis</i> -9	Ác. palmitoléico	2,99 <sup>a</sup>	1,94 <sup>a</sup>	0,365	9,089
C17:0	Ác. margárico	1,70 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	0,560	1,715
C17:1	Ác. 10-heptadecenóico	6,51 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	0,075	37,178
C18:0	Ác. esteárico	17,33 <sup>a</sup>	17,13 <sup>a</sup>	0,951	74,571
C18:1 n-9t	Ác. oléico <i>trans</i>	21,25 <sup>a</sup>	20,37 <sup>b</sup>	0,767	60,636
C18:1 n-9c	Ác. oléico <i>cis</i>	8,67 <sup>a</sup>	7,91 <sup>a</sup>	0,636	6,112
C18:2 n-6	Ác. linoleico (LA)	3,05 <sup>b</sup>	5,14 <sup>a</sup>	0,018	4,870
C18:2n-6 <i>cis</i>	Ác linoleico (LA)	1,87 <sup>a</sup>	3,29 <sup>a</sup>	0,143	6,145
C18:3 n-6	Ác. gama-linolênico	1,59 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,405	8,493
C18:3n-3	Ác. A-linolênico (LNA)	0,38 <sup>a</sup>	0,37 <sup>a</sup>	0,970	0,247
C20:0	Ác. araquídico	8,85 <sup>a</sup>	2,66 <sup>b</sup>	<0,000	17,420
C20:2	Ác.13.16 docosadienoico	1,91 <sup>b</sup>	2,96 <sup>a</sup>	0,008	0,939
C20:3 n-6	Ác.di-homo- $\gamma$ linolênico	0,85 <sup>b</sup>	1,20 <sup>a</sup>	0,041	0,184
C21:0	Ác. Heneicosanóico	0,84 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>	0,519	0,523
Ácidos Graxos Saturados (SFA)		46,71 <sup>a</sup>	34,18 <sup>b</sup>	0,937	80,032
Ácidos Graxos Monoinsaturados (MUFA)		50,73 <sup>a</sup>	45,66 <sup>a</sup>	0,178	89,816
Ácidos Graxos Poli-insaturados (PUFA)		9,65 <sup>b</sup>	13,62 <sup>a</sup>	0,003	23,644
Total ácidos gbióraxos ômega 3 (n-3)		0,38 <sup>a</sup>	0,37 <sup>a</sup>	0,970	0,247
Total ácidos graxos ômega 6 (n-6)		6,43 <sup>b</sup>	11,23 <sup>a</sup>	0,007	18,85
Total ácidos graxos ômega 9 (n-9)		29,92 <sup>a</sup>	28,28 <sup>a</sup>	0,646	86,952
$\Delta^9$ dessaturase 16		17,89	20,59		
$\Delta^9$ dessaturase 18		33,34	31,14		
Elongase		60,87	72,66		
Índice de Aterogenicidade (IA)		0,38	0,23		
Índice de Trombogenicidade (IT)		1,11	0,88		

<sup>2</sup>EPM – erro padrão da média.

<sup>1</sup>P-trat – Probabilidade para efeito de tratamento.

Médias seguidas de letras diferentes entre colunas, diferem entre si pelo teste F a 5%.



### 3.5 Cor objetiva, Força de cisalhamento e Perda de peso por cozimento

As médias de cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma Index – C e Hue angulo - h), força de cisalhamento (FC) e perda de peso por cozimento (PPC) no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias são apresentados na Tabela 5.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nas médias de cor para  $L^*$ , PPC e FC.

**Tabela 5** – Médias de Cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma Index – C e Hue angulo - h), Força de cisalhamento (FC) e Perda de peso por cozimento (PPC) no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos pantaneiros criados a pasto e semiconfinados por 90 dias. Cuiabá, 2014.

Fator	Tratamento		P-trat <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>
	PN	PN+SC		
Cor $L^*$	36,61 <sup>a</sup>	33,61 <sup>b</sup>	<0,000	4,216
Cor $a^*$	15,82 <sup>a</sup>	16,36 <sup>a</sup>	0,366	2,426
Cor $b^*$	1,78 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	0,667	2,940
Chroma index - C	16,01 <sup>a</sup>	16,51 <sup>a</sup>	0,398	2,370
Hue angulo – h	6,40 <sup>a</sup>	5,27 <sup>a</sup>	0,634	38,188
PPC (%)	29,56 <sup>b</sup>	33,18 <sup>a</sup>	<0,000	4,979
FC (kgf)	5,34 <sup>a</sup>	6,15 <sup>a</sup>	0,194	2,610

<sup>2</sup>EPM – erro padrão da média.

<sup>1</sup>P-trat – Probabilidade para efeito de tratamento.

Médias seguidas de letras diferentes entre colunas, diferem entre si pelo teste F a 5%.

## 4. Discussão

### 4.1 Rendimento de carcaça e pH final

O rendimento de carcaça (RC) observado foi superior nos animais submetidos ao semiconfinamento (52,33%) devido a uma vantagem técnica no ganho de peso em relação aos animais criados a pasto. Diversas pesquisas demonstram a efetividade em ganho de peso quando se emprega o semiconfinamento ou confinamento com diferentes grupos genéticos na criação de bovinos (Alves, 2007; Pereira 2009; Van Elswyk & McNeill, 2012; Santos, 2013; Freitas, 2014; Rosa et al. (2014), buscando uma melhor eficiência na conversão de alimentos em carne, porém o uso de dietas concentradas por longos períodos pode promover também mudanças nas características de qualidade da carne. (Lawrie, 2005; Van Elswyk & McNeill, 2012).

Neste estudo, por tratar-se de animais extremamente jovens, oriundos de cruzamento zebuino com consumo diário por animal limitado a 2 kg, o RC apresentou-se pouco superior aos observados por Alves (2007), Pereira (2009) e Santos (2013) e Rosa et al. (2014).

Conforme Joo et al. (2013), a composição e o tipo de fibra do músculo está relacionado com a degradação proteolítica *post mortem*, bem como com a glicólise e a taxa de declínio do pH *post mortem*. Segundo Gomide, Ramos & Fontes (2013) os valores de pH obtidos estariam apropriados ao que diz respeito à conservação das propriedades tecnológicas da carne, uma vez que valores de pH entre 5,4 e 5,8, inibe a proliferação de muitos microrganismos.

#### 4.2 Composição centesimal

As diferenças nas médias dos tratamentos para umidade, proteína bruta e lipídeos observadas neste estudo podem ser justificadas em função da alta variação genética nos animais criados no Pantanal, que são interferidos por fatores *ante mortem* e *post mortem* (Lawrie, 2005, Prieto et al., 2010; Oliveira, 2014).

O tratamento PN+SC apresentou teor de proteína bruta (PB) inferior ao tratamento PN, evidenciando a heterogeneidade genética dos animais (Forrest et al., 1979; Lawrie, 2005; Freitas et al., 2014). Os valores médios de PB em ambos os tratamentos apresentam-se próximos aos reportados para animais jovens por Lawrie, (2005), 65 a 80% de umidade; 16 a 22% de proteína; 1,5 a 13% de gordura e aproximadamente 1% de minerais.

De acordo com Abrahão et al. (2008) e Lopes et al. (2012), pode-se dizer que os níveis de proteína variam pouco, enquanto os teores de umidade e gordura apresentam correlação negativa, ou seja, quanto maior o teor gordura, menor o teor de umidade e vice-versa, de acordo com os resultados obtidos neste experimento. Muito embora tenha havido diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as médias de proteínas tratamentos PN (25,04%) e PN+SC (23,44%), atribui-se o resultado à grande variação genética dos animais.

Luchiari Filho (2000), demonstrou como valores para a composição química percentual do músculo de bovinos jovens: 74% de umidade, 21% de proteína bruta, 4% de extrato etéreo e 1% de minerais ou cinzas, e que fatores como idade do animal, músculo avaliado, dieta, e a gordura são componentes que interferem nos resultados.

#### 4.3 Perfil de ácidos graxos

Observou-se um decréscimo dos ácidos graxos saturados (SFA) C18:0, C16:0 e C14:0 no tratamento PN+SC, com diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nas médias de C14:0 e C16:0. Acredita-se que este resultado deveu-se ao fato de as pastagens

apresentarem maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados, os quais em nível ruminal têm maior probabilidade de sofrer interferência da biohidrogenação, ou seja, alocação de hidrogênios nas duplas ligações, como uma estratégia de proteção das bactérias do rúmen, a fim de reduzir as instaurações e, conseqüentemente, diminuir a toxidade para estas últimas. Transformando-as assim em ligações simples ou saturadas e tornando o processo de biohidrogenação como um dos responsáveis pela alta saturação da carne de ruminantes (Jenkins 1993).

Diferentemente dos animais monogástricos, os ruminantes não produzem os ácidos graxos em proporção direta à composição lipídica da dieta, fato que se deve à hidrólise ruminal dos acilglicerídeos e extensa hidrogenação dietética dos ácidos graxos PUFA, de 86 a 95%. (Scollan, Lee & Enserb, 2003; Costa et al, 2013).

Menezes et al., (2009), reportam que o ácido mirístico (C14:0), juntamente com o ácido láurico (C12:0) e palmítico (C16:0), são indesejáveis nos alimentos, pois induzem ao aumento do teor de colesterol no sanguíneo. Palmquist & Mattos (2011) relatam que alimentos de origem animal, principalmente de ruminantes, há muito são considerados como “altamente saturados”. No entanto, os ácidos graxos que são responsáveis por promover perfil lipídico no plasma que favorece a aterosclerose, ou seja, o ácido láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0), compõem menos de 30% da gordura bovina.

Enquanto a alimentação tem sido estudada como uma estratégia para modificar a composição de ácidos graxos da carne, ainda há muito a ser desvendado sobre os fatores genéticos envolvidos. (Smet, Raes & Demeyer, 2004; Costa et al, 2013).

Entretanto, Binnie et al., (2014) em seu artigo “Red meats: Time for a paradigm shift in dietary advice” demonstram que em recentes estudos não existem claras evidências para darem suporte à redução do consumo de carnes vermelhas com objetivo de diminuição do consumo de gorduras saturadas.

Houve um incremento do teor de ácido oleico (C18:1 $n$ -9) no tratamento PN, mesmo não sendo observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ), fato justificado pela biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados da dieta destes animais promovida pelas bactérias ruminais como forma de defesa (Jenkins, 1993).

O ácido oleico (C18:1  $n$ -9), presente na carne de ruminantes, é oriundo da intensa biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados e, em particular, dos ácidos linoleicos conjugados da dieta, bem como da dessaturação endógena dos ácidos graxos esteáricos. (Rodrigues et al. 2004; Gruffat et al, 2008; Costa et al 2013;

Rosa et al, 2014). As mudanças ocorridas na biohidrogenação afetam principalmente as moléculas trans-octadecenoatos, devido ao aumento da disponibilidade de amido no rúmen (Sackmann et al., 2003; Costa et.al., 2013). Quando a dieta é formada por forragens ricas em amido, estas provocam mudanças nas populações microbianas ruminais que tendem a mudar o padrão de grandes intermediários da biohidrogenação no sentido de aumentar a produção de C18:1. (Griinari & Bauman, 1999; Costa et al. 2013). Essa alteração tende a causar implicações importantes na produção de ruminantes, pois a redução de C18:1 no rúmen pode impedir o enriquecimento das carnes e seus produtos em C18:2 9c (Bessa et al., 2005; Rosa et al, 2014).

Ainda é insipiente o estudo a respeito dos microrganismos responsáveis por estas mudanças no rúmen e como prevenir ou mesmo atenuar suas atuações na dieta de concentrados (Lourenço et al., 2010; Rosa et al., 2014). Entretanto, Rosa et al. (2014), atribuem a geração de trans-octadecenoatos durante a biohidrogenação como uma resposta adaptativa ao ecossistema ruminal quando submetido ao estresse.

Já foi demonstrado em estudos que a ecologia microbiana do rumem em animais mantidos num mesmo ambiente e submetidos à mesma dieta apresentaram diferenças substanciais nas populações microbianas (Jami e Mizrahi, 2012). Desta maneira, é possível que haja distintas respostas em ecossistemas microbianos individuais de cada animal, mesmo que submetidos a estímulo semelhante. (Rosa et al, 2014).

Para Menezes et al. (2009) dietas ricas em ácido oleico (C18:1 n-9) contribuem para a redução dos teores de colesterol total plasmático, dos teores de LDL e diminuem a relação LDL/HDL, tendo, portanto, efeito dietético para humanos.

Nuernberg et al. (2005) ao examinar os efeitos dos diferentes processos de alimentação em bovinos de raças alemãs constataram que o sistema baseado em pastagem aumentou a percentagem de C18:1trans isômeros de ácidos graxos em ambas as raças estudadas.

Costa et al. (2013) ao submeterem animais bovinos jovens das raças Barrosa e Alentejana em diferentes dietas, observaram aumento dos teores de ácido oleico (C18:1 n9) no músculo dos animais Alentejana, atribuindo tal fato à interação entre raça e dieta. No entanto, o aumento de concentrado na dieta não promoveu acréscimo de C18:1 n-9 para animais da raça Barrosa.

No presente estudo verificou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nos teores de ácido linoleico, C18:2 n-6, entre os tratamentos, PN (3,05%) e PN+SC com (5,14%). Confirmando o relatado por Menezes et al (2009), de que o ácido linoleico está

presente em maiores quantidades nos grãos que nas forragens. Desta maneira, as dietas ricas em grãos originaram carnes com perfil lipídico mais insaturado. Neste mesmo contexto, Palmquist & Mattos (2011), acrescenta que nos cereais e na maioria das sementes oleaginosas, há predominância de ácido linoleico (C18:2 n-6), enquanto nas forragens o mais comum é o ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3 n-3).

Nuernberg et al. (2005) relatam resultados semelhantes, ao trabalhar com touros das raças Simental e Holstein observaram diminuição dos teores de C18:2 n-6 de cadeia longa e de todos os ácidos graxos (n-6) na gordura muscular dos animais inseridos no sistema à base de pasto.

Ao suplementar animais a pasto com dois níveis de milho, Rosa et al. (2014), também encontraram maiores níveis de ácido linoleico, C18:2 n-6 em ambas as suplementações em comparação com animais terminados exclusivamente a pasto.

O ácido linoleico (C18:2 n-6) pertence à família dos ácidos graxos ômega-6 ( $\omega$ 6), os quais não podem ser sintetizados pelo organismo humano, por isso são conhecidos como essenciais e devem ser obtidos pela dieta. O ácido linoleico (C18:2n-6) é um precursor do ácido graxo araquidônico (C20:4n-6), o qual apresenta funções fisiológicas e regulatórias importantes (Senegalhe, 2014), demonstrando a importância do consumo de carne deste tipo.

Mesmo não havendo diferença, o ácido linolênico (C18:3) nos animais terminados em PN apresentou média superior à médio dos animais PN+SC (1,59% contra 0,66%). Esses efeitos foram relatados por Noci et al. (2005) que ao testarem o efeito de períodos crescentes de pastejo sobre o perfil de ácidos graxos de novilhas, observaram incrementos no nível de ácido linolênico (C18:3), em até 76% superior aos animais mantidos em confinamento.

Foi observada significativa diferença no somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) entre as terminações, PN com teores de 50,73%, enquanto o tratamento PN+SC com 45,66%. Esta diferença pode ser atribuída à atividade da enzima  $\Delta$ 9 dessaturase sobre os ácidos graxos monoinsaturados. De acordo com Bressan et al. (2011), variações entre raças podem explicar 20 a 31% das diferenças na atividade da enzima  $\Delta$ 9 dessaturase nos ácidos graxos monoinsaturados, enquanto o sistema de terminação pode explicar variações em cerca de 2% a 8%.

O sistema de terminação também afetou os resultados para o total de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA). O tratamento PN apresentou o percentual de 9,65% enquanto os animais terminados em PN+SC apresentaram 13,62%, fato este que possivelmente ocorreu em função de uma melhor nutrição dos animais, o que

possibilitou melhorias no metabolismo e absorção dos nutrientes da dieta consumida (Ladeira et al., 2014). Entretanto, os elevados teores de ácidos graxos poli-insaturados, diminuem a vida de prateleira da carne devido a uma maior velocidade de oxidação dos ácidos graxos com duplas ligações (Wood et al., 2008; Freitas et al., 2014; Ladeira et al., 2014)

Em ambos os tratamentos ocorreram evidentes concentrações dos PUFA, justificado pelas médias apresentadas destes ácidos graxos nas fontes alimentares usadas nas dietas.

Neste estudo, os animais terminados em PN apresentaram maiores teores de ácido palmitoleico C16:1 *cis*-9, (2,99%) em relação aos animais terminados a PN (1,94%). Todavia, verificou-se maior atividade da enzima  $\Delta^9$  dessaturase nos animais terminados em semiconfinamento. Contudo, (Archibeque et al., 2005; Lopes et al., 2012), argumentam que o uso desses índices devem ser analisados com cautela, visto que a atividade das enzimas dessaturases, baseadas na concentração de ácidos graxos, não reflete a real atividade das enzimas nos tecidos.

O índice de atividade da enzima  $\Delta^9$  dessaturase 18 é calculado por um modelo matemático que leva em consideração os teores de ácido oleico, C18:2 *cis*-9 no tecido. Como as médias de C18:0 e o C18:1 *cis*-9 a atividade da  $\Delta^9$  dessaturase foi maior no tratamento PN (33,34) que no PN+SC (31,74). Consideramos que a relação foi positiva, ou seja, quanto maior a quantidade de C18:0 e C18:1 *cis*-9 maior é a quantidade do produto da dessaturação desse AG.

A atuação da enzima  $\Delta^9$  dessaturase é importante pelo fato de estar diretamente relacionada com a produção do ácido linoléico conjugado, C18:2 *cis*-9 t-11 (CLA), a partir do ácido transvacênico (18:1 t-11), produzido pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoléico e linolênico pelas bactérias ruminais (Fernandes et al., 2009; Prado et al., 2011).

Para essa atividade de elongase foram obtidos os valores para PN (60,87) e PN+SC (72,66), no entanto tais valores não correlacionaram positivamente com os teores médios de C16:0, C18:0, C16:1 *cis*-9 e C18:1 *cis*-9, que foram os principais ácidos graxos considerados. Resultado semelhante foi relatado por Nfor et al. (2014), ao determinar o mesmo índice em músculo de animais de três raças de origem zebuínas criadas em pastos naturais nas savanas africanas.

Todavia, Kaneta (1991), fundamenta que a enzima metilmalonil-CoA pode substituir malonil-CoA nas reações de alongação, resultando em formações de ácidos graxos de cadeias ímpares ramificadas. Neste mesmo contexto, Vlaemink et al., 2006

argumenta que ao ocorrer o metabolismo de lipídios do rúmem, ocorre a formação de ácidos ramificados da série *iso* e *anteiso* de cadeia ímpar. Considerando tais estudos, atribuímos os elevados índices de elongase aos valores mensurados para C15:1 e C17:1 (Tabela 4). Esses A.G. estão sendo fonte de estudos recentes, em função da sua utilização como potencial ferramenta de diagnóstico de padrão de fermentação ruminal e Nitrogênio bacteriano e seus efeitos anticarcinogênicos.. (Fagundes et al.,2012).

De acordo com Arruda et al. (2012), índices de IA e IT são utilizados como métodos de avaliação e comparação da qualidade de alimentos e dietas, já que relacionam os ácidos pró e antiaterogênicos e indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, ou seja, quanto menores seus valores, maior a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes.

Ulbricht e Southgate (1991) descreveram valores médios de IA para carnes magras, entre (0,70) e (0,72). Neste estudo encontramos valores médios abaixo de, (0,38) para animais terminados em PN e (0,23) para os terminados em PN+SC. Russo & Prezioso (2005), ao trabalharem com novilhos criados em sistemas orgânicos, obtiveram o resultado de (0,66), Já Caldeira et al. (2010), relataram que para alimentos de origem animal são estabelecidas médias entre 0,5 e 1,0 como valores satisfatórios.

Quanto ao índice trombogênico IT, os valores médios encontrados foram de (1,11) para o tratamento PN e (0,87) para o tratamento PN+SC. Em concordância com os valores médios relatados por (Ulbricht e Southgate, 1991; e Russo e Prezioso 2005).

#### 4.4 Cor objetiva, Força de cisalhamento e Perda de peso por cozimento

A diferença observada para o índice de cor L\* está associada possivelmente aos teores de lipídeos observados em maior intensidade no músculo *Longissimus dorsi* dos animais terminados em PN. A gordura intramuscular permite melhor aceitação sensorial da carne, principalmente nos atributos relacionados ao paladar e ao brilho (Lawrie, 2005; Keeton et al., 2014)

De acordo com Joo et al. (2013) as características de qualidade e aparência (AQT) da carne podem influenciar na decisão do consumidor no momento da compra, essas características poderiam ser resumidas em cor, gotejamento e expurgo, maciez e suculência.

As diferenças entre as médias na perda de peso por cozimento (PPC), ocorreram em função do valor superior de umidade observado no músculo *Longissimus dorsi* dos animais submetidos ao PN+SC, que é um comportamento normal de carnes com maiores teores de umidade (Keeton et al., 2014).

## 5. Conclusões

Novilhos anelados pantaneiros criados em pasto nativo e semiconfinados por 90 dias melhoram o rendimento de carcaça e o perfil de ácidos graxos poli-insaturados sem interferência na qualidade físico-química da carne.

## 6. Referências Bibliográficas

ABRAHÃO, J.J.S.; MARQUES, J.A.; MACEDO, L.M. et al.(2008). Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.4, p.443-449.

Alves, V.F. **Desempenho zootécnico e características físico-químicas da carne de vitelões Nelore e Limousin x Nelore criado sob o sistema orgânico e submetidos a diferentes suplementações em cocho privativo.**, 2007. 112 f.. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

AMASA. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat.** Chicago: AMASA, 2012.

Archibeque, S.L.; Lunt, D.K.; Gilbert, C.D. Tume, R.K.; Smith, S.B. (2005). Fatty acid indices of stearyl-Coa dessaturase do not reflect actual stearyl-Coa dessaturase enzyme activities in adipose tissues of beef steers finished with corn-, flaxseed-, or sorghum-based diets. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1153-1166.

Arruda, P.C.L. DE; Pereira, E.S.; Pimentel, P.G.; Bomfim, M.A.D.; Mizubuti, I.Y.; Ribeiro, E.L.A.; Fontenele, R.M.; Filho, J.G.L.R.(2012). Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1229-1240.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 18. ed. Arlington, 2012

Bessa, R. J. B.; Portugal, P. V.; Mendes, I. A.; Santos-Silva, J. (2005). Effect of lipid supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs fed dehydrated lucerne or concentrate. **Livestock Production Science**, 96, p.185–194.

Bressan M.C.; Rossato, L.V.; Rodrigues, E.C.; Alves, S.P.; Bessa, R.J.; Ramos E.M.; Gama, L.T. (2011). Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Journal of Animal Science**, 89, 221–232.



Binnie, M. A.; Barlow, K.; Johnson, V.; Harrison, C.. (2014). Red Meats: Time for a paradigm shift in dietary advice. **Meat Science**, 445 - 451.

Caldeira, A.L.; Ferrão, B.P.S.; Fernandes, A.A.S.; Magnavita, A.P.A.; Santos, R.D.T. (2010). Nutritional quality indexes of lipid fraction of milk from Murrah buffalo, produced at different stages of lactation. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69 n.4. p. 545 – 554.

Costa, H.S.A.; Silva, P.M.; Alfaia, M.P.; Pires, R.M.V.; Fontes, A.G.M.; Bessa, B.J.R, et al.(2013). Genetic Background and Diet Impact Beef Fatty Acid Composition and Stearoyl-CoA Desaturase mRNA Expression. **Lipids**. V. 48, n. 4, 48, 369-381.

Fernandes, A. R. M.; Sampaio, A. A. M.; Henrique, W., Oliveira, E. A.; Oliveira, R. V.; Leonel, F. R. (2009). Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 328-337.

Fagundes, M.G.; Modesto, C.E.; Souza, C. V..(2012) Ácidos Graxos de Cadeia Ímpar e Ramificada do Leite. *Revista de Ciências da Vida*, RJ, EDUR, v. 32, n.2 , jul / dez, p. 23-33.

Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, 226(1), 497–509.

Freitas, A. K. ; Lobato, J.F.P. ; Cardoso, L.L.; Tarouco, J.U.; Vieira, R.M.; Dillenburg, D.R.; Castro, I. (2014). Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feed lot in southern Brazil. **Meat Science**, 96, 353-360.

Gomide, L.A.M.; Ramos, E. M.; Fontes, P. R. Ciência e qualidade da carne, Fundamentos. In: Gomide, L.A.M. (Ed.), **Propriedades da carne fresca**. Viçosa.

Griinari, J.M.; Bauman, D.E.; (1999) Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: Yurawecz MP, Mossoba MM, Kramer JKG, Pariza MW, Nelson GJ. **Advances in conjugated linoleic acid**. p. 180 – 199.

Hartman, L., & Lago, R. C. (1973). Rapid preparation of fatty acidmethyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, 22(6), 475–476.

Hiller B, Herdmann A, Nuernberg K. (2011). Dietary n-3 fatty acids significantly suppress lipogenesis in bovine muscle and adipose tissue: a functional genomics approach. **Lipids** V.46, 557–567.

Jami, E.; Mizrahi, I. 2012. Composition and similarity of bovine rumen microbiota across individual animals. **Plos One**, 7, 33306.

Jenkins, T.C. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism - Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.

Joo, S.T. et al. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, 95, p.828–836 Apr., 2013.

Ladeira, M.M.; Santarosa, L.M.; Chissotti, L.; Machado Neto, O.R.; Oliveira, D.M.; Carvalho, R.R.J.; Lopes, S.L.; Ribeiro, S.J. (2014). Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensi. **Meat Science**, 96,597 – 605.

Kazala, E. C.; Lozeman, F. J.; Mir, P. S.; Laroche, A.; Bailey, D.R. C.; Weselake, R. J.(1999). Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 1717-1725.

Lawrie, R.A. **Ciência da carne**. Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.

Lopes, L.S.; Ladeira, M.M.; Neto, M.R.O.; Ramos, M.E.; Paulino, R.V.; Chizzotti, L. M. Guerreiro, C.M. (2012). Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.978-985.

Lourenço, M.; Ramos-Morales E.; Wallace ,R. J.. 2010. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**,4. p. 1008–1023.

Luchiari Filho, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

Malau-Aduli, A. E. O.; Siebert, B. D.; Bottema, C. D. K. ; Pitchford, W. S. A. (1997). comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal Agricultural**, v. 48, p. 715-722.

McNeill, S., & Van Elswyk, M. E. (2012). Red meat in global nutrition. **Meat Science**, 92(3), 166–173.

Menezes, G. F.L.; Restle, J.; Brondani, L.I.; Kozloski, V.G.; Deschamps, F.; Sachet, H.R. (2009) Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos Charolês e Nelore puros e de gerações avançadas do cruzamento rotativo, terminados em confinamento. **Ciência Rural**, 39

Noci, F.; Monahan, F.J.; French, P. (2005). The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p.1167-1178.

Nuernberg, K.,Dannenberger, D.,Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan,N. D.,Wood, J.D., Nute, G. R., & Richardson, R. I. (2005). Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, 94(1–2), 137–147.

OLIVEIRA. **Nutrição de Ruminantes** --2 Ed.. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 299 – 321. Palmquist & Mattos 2005, Metabolismo de lipídios. In:BERCHIELLI, PIRES E OLIVEIRA. **Nutrição de Ruminantes** --2 Ed.. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 299 – 321. Pereira, C,M,P. et al.(2009). Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1520-1527.

Pitchford, W. S.; Deland, M. P. B.; Siebert, B. D.; Malau-Aduli, A. E. O.; Bottema, C. D. K.(2002). Genetic variation in fatness and fatty acid composition of crossbred cattle. **Journal Animal Science**, v. 80, p. 2825-2832.

Prado, N.I.; Maggioni, D.; Abrahão, S.J.J.; Zawadzki, F.; Valero, .V.M.; Marques, A. J.; Ito, H.R.; Perotto. D. (2011). Chemical composition and fatty acids profile on *Longissimus* muscle of crossbred bulls fed with sugar cane or sorghum silage and finished with 3.4 or 4.8 mm of fat thickness. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1461-1476.

Rodrigues, C.V.; Bressan, C.M.; Cardoso, G.M.; Freitas, F.T.R. (2004). Ácidos Graxos na Carne de Búfalos e Bovinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.434-443.

Rosa, D.J. H.; Rego, A.O.; Silva, G.C.C.; Alves, P.S.; Alfaia, M.M.C; Prates, M.A.J.; Bessa, B.J. (2014). Effect of corn supplementation of grass finishing of Holstein bulls on fatty acid composition of meat lipids. **Journal of Animal Science**, 92, p. 3701-3714.

Russo, C.; Preziuso, G.(2005). Organic beef production system: carcass and meat quality. **Stocarstvo**, Zagreb, v. 59, n. 1, p.23-29.

Sackmann, J. R.S. K.; Duckett, M. H.; Gillis C. E.; Realini, A. H.; Parks, R. B.; 2003. Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. **Journal of Animal Science**, 81, 3174–3181.

Santos, A.S.; Lima, H. P.; Abreu, G.P.H.; Tomás, M.W.; Salis, S. M; Soares, M.T. Soriano,M.B.; Araújo, B.D.T.M. ( 2013). Monitoramento dos Índices de sustentabilidade nos sistemas de produção de gado de corte no pantanal. XXIII **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA**, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu/PR, 06 a 09 de maio. p. 4702 – 4710.

Senegalhe, D.B.F; Macedo, F. A. F.; mora, P. A. H. N.; Gualda, P. T.; RADIS, C.A.; QUEIROZ, O.E.; MACEDO, G.F. Composição química da carne de cordeiros abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 740 – 753, 2014.

Scollan, N.D.; Dhanoa, M.S.; Choi, N.J.; Maeng, W.J.; Enser, M.; Wood, J.D. (2003) Biohydrogenation and digestion of long chain fatty acids in steers fed on different sources of lipid. **Journal of Agricultural Science**, 136, 345–355.

Smith SB, Kawachi H, Choi CB, Choi CW, Wu G, Sawyer JE. (2009). Cellular regulation of bovine intramuscular adipose tissue development and composition. **Journal of Animal Science**, 87: E72–E82

Wood. J.D.; Enser, M.; Fisher, A.V.; Nute, G.R.; Sheard, P.R.; Richardson, R.I.; Hughes, S.I.; Whittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, 78(4), 343 – 358.

Ulbright, T.L.V; Southgate, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **The Lancet**, London, v. 338, p. 985-990, Nov. 1991.

Vlaeminck, B.; Fievez, V.; Cabrita, A. R. J.; Fonseca, A. J. M.; Dewhurst, R. J. Factors affecting odd- and branched- chain fatty acids in milk: A review. **Animal Feeding Science and Technology**, v. 131, p. 389-417, 2006.