

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**PERFIL METABÓLICO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E CARNE DE  
BOVINOS NELORE CONFINADOS**

**TIBÉRIO DE ALBUQUERQUE SARAIVA**

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**PERFIL METABÓLICO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E CARNE DE**  
**BOVINOS NELORE CONFINADOS**

**TIBÉRIO DE ALBUQUERQUE SARAIVA**

Zootecnista

**RECIFE - PE**  
**FEVEREIRO - 2017**

# **PERFIL METABÓLICO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E CARNE DE BOVINOS NELORE CONFINADOS**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia do qual fazem parte a Universidade Federal Rural de Pernambuco, a Universidade Federal da Paraíba e a Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.  
Área de Concentração: Produção Animal

Comitê de Orientação:

Profª Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras - Orientadora

Profª Dra. Lígia Maria Gomes Barreto – Coorientadora

Dra. Maria Luciana Menezes Wanderley Neves - Coorientadora

**RECIFE - PE**  
**FEVEREIRO – 2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S243p Saraiva, Tibério de Albuquerque  
Perfil metabólico e características de carcaça e carne de  
bovinos nelore confinados / Tibério de Albuquerque Saraiva. –  
2017.  
112 f. : il.

Orientadora: Antonia Sherlânea Chaves Vêras.  
Coorientadoras: Lígia Maria Gomes Barreto, Maria Luciana  
Menezes.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade  
Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em  
Zootecnia, Recife, BR-PE, 2017.  
Inclui referências e apêndice.

1. Concentrado 2. Confinamento 3. Cortes cárneo 4. Energia  
5. Metabólitos 6. Qualidade de carne I. Vêras, Antonia Sherlânea  
Chaves, orient. II. Barreto, Lígia Maria Gomes, coorient.  
III. Neves, Maria Luciana Menezes Wanderley, coorient.  
IV. Título

CDD 636

**TIBÉRIO DE ALBUQUERQUE SARAIVA**

**PERFIL METABÓLICO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E CARNE DE  
BOVINOS NELORE CONFINADOS**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 23 de fevereiro de 2017.

Comissão Examinadora:

---

Profª. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Dra. Maria Luciana Menezes Wanderley Neves – PNPd/CAPES  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profª. Dra. Dulciene Karla de Andrade Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Paulo Sérgio de Azevedo  
Universidade Federal da Paraíba

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

TIBÉRIO DE ALBUQUERQUE SARAIVA – Filho de João Saraiva e Evelyn Rúbia de Albuquerque Saraiva, nascido em 14 de janeiro de 1982, em João Pessoa – PB. Em 2000 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife - PE, graduando-se em 2006. Em 2010 ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, na UFRPE/UAG, tendo concluído em 2012. Em 2013 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, desenvolvendo sua pesquisa na área de Produção de Ruminantes, sob a orientação da Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Antonia Sherlânea Chaves Vêras.

DEDICO

Aos meus queridos filhos,

João Victor (Joãozinho) e Laís Saraiva (a Lala),

Por fazerem tudo ficar ainda melhor, por transformarem o amor, por encherem nossa casa de

vida...

À minha parceira nesta empreitada chamada vida,

Juliana Saraiva,

Pela paciência, compreensão, amor e pela ajuda na formatação deste trabalho!

Como a própria adora dizer: “Casais inteligentes crescem juntos!”

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Evelyn e João Saraiva, pelo apoio incondicional às minhas decisões, pelo incentivo desde muito cedo, pelos aconselhamentos, pela influência. Este título é mérito tão meu quanto de vocês.

À minha vó Dida e ao meu tio Nengo (*in memoriam*) por me receberem em Recife quando decidi cursar Zootecnia.

Aos meus irmãos, Val, Leo e Silvia, por existirem e fazerem parte de minha formação pessoal, sempre me apoiando em minhas decisões.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Antonia Sherlânea Chaves Vêras pela confiança, apoio, incentivo, ensinamentos e amistosa convivência desde a Graduação até minha defesa do Doutorado.

À minha co-orientadora Prof<sup>a</sup> Lígia Maria Gomes Barreto pela ajuda, incentivo e disposição para que o presente trabalho fosse realizado da melhor forma possível.

À minha co-orientadora Dr<sup>a</sup> Maria Luciana Menezes Wanderley Neves, pelo apoio e pela disponibilidade para ajudar no direcionamento da pesquisa.

À Dr<sup>a</sup> Érica Carla Lopes da Silva, pela amizade e presteza em ajudar nos momentos que antecederam a entrega desta tese.

Aos membros de minhas bancas de qualificação e defesa, pelo aceite em participar destas etapas de minha formação, contribuindo para o refinamento deste trabalho.

Ao Prof. Kedes Paulo Pereira, pelas contribuições científicas e também logísticas durante o abate dos animais em Maceió/AL.

Ao Prof. Omer Cavalcanti, pelo apoio durante as análises realizadas na Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG/UFRPE.

Ao Dr. Cleyton Charles Dantas Carvalho, do Laboratório de Patologia Clínica do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE, pelo auxílio nas análises dos metabólitos sanguíneos.

Ao meu amigo Vêras, pela receptividade que sempre me teve, pelas conversas e divagações em sua varanda durante momentos corridos de minhas vindas ao Recife.

À minha amiga Carolina Monteiro, pelo apoio e pela disponibilidade em discutir os problemas que surgiram e como solucioná-los ao longo do Doutorado.



Aos meus amigos Robynson e Sheilla, pelo companheirismo nos bons tempos vividos em Garanhuns/PE.

Aos amigos Aduino e Larissa, pelo acolhimento durante as disciplinas cursadas no Recife.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE e o Departamento de Zootecnia – DZ, minha casa, pela oportunidade acadêmica oferecida, na figura dos servidores (docentes e técnicos) que participaram e participam de minha formação até hoje.

Aos meus colegas de trabalho, Jucelane Salvino e José Gomes, sem os quais certamente não teria como conduzir a fase experimental de minha pesquisa.

Aos colegas, hoje amigos, Eduardo, Hugo, Vicente, Leonardo, Tobias, Thamires, Juliana, Rafaela, Rayane, Ana, Talita, Djaina, Jone, Luiz Wilker, Marcelo Batista, Alícia, Gustavo e Deyvison que me ajudaram diretamente tanto na condução do experimento como nas análises laboratoriais.

Ao pecuarista Sr. Beto Coutinho (Agropecuária BC), pelo apoio e pela concessão do estabelecimento para realização da pesquisa. Ao administrador da Agropecuária BC, Sr. Santos, ao funcionário Gilvan Pereira, e aos demais funcionários que nos ajudaram.

A todos que fazem o Frigorífico Mafrial, em nome do Sr. Alzir, que nos abriu as portas e disponibilizou todo o espaço e equipamentos necessários para realização dos abates.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta realização.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO GERAL.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
Capítulo 1 - Revisão Bibliográfica.....	2
1. Perfil metabólico em bovinos.....	3
2. Indicadores do metabolismo energético.....	4
2.1 Glicose.....	4
2.2 Colesterol.....	5
2.3 Triglicérides.....	6
3. Indicadores do metabolismo protéico.....	7
3.1 Ureia.....	7
3.2 Albumina.....	8
3.3 Globulinas.....	9
3.4 Proteínas totais.....	10
3.5 Ácido úrico.....	11
3.6 Creatinina.....	11
4. Indicadores do funcionamento hepático.....	12
4.1 Aspartato aminotransferase.....	12
4.2 Fosfatase alcalina.....	13
4.3 Gama glutamiltransferase.....	13
5. Influência do tipo de alimentação sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça de bovinos de corte.....	14
5.1 Características Quantitativas.....	15
5.1.1 Peso e Rendimento de Carcaça.....	15
5.1.2 Rendimento de Músculos, Ossos e Gordura.....	17

5.1.3 Área de Olho de Lombo - AOL .....	18
5.1.4 Espessura da Gordura Subcutânea (EGS).....	19
5.1.5 Comprimento de Carcaça.....	20
5.1.6 Medidas de Perna .....	21
5.2 Características Qualitativas.....	22
5.2.1 Conformação.....	22
5.2.2 Taxa de Marmoreio.....	24
5.2.3 Perda de Peso por Resfriamento .....	26
6. Influência do tipo de alimentação sobre as características organolépticas da carne de bovinos de corte .....	27
6.1 Cor.....	27
6.2 Maciez e suculência .....	31
6.3 Sabor e aroma .....	33
7. Considerações Finais .....	34
REFERÊNCIAS.....	35
Capítulo 2 - Perfil metabólico de bovinos Nelore confinados.....	44
Resumo .....	44
Abstract.....	45
Introdução .....	46
Material e métodos.....	47
Resultados e discussão.....	50
Conclusões .....	61
Referências.....	61

Capítulo 3 - Características de carcaça e carne de bovinos Nelore confinados.....	67
Resumo .....	67
Abstract .....	68
Introdução .....	69
Material e Métodos .....	70
Resultados e Discussão .....	74
Conclusões .....	86
Referências.....	86
 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	 90
 APÊNDICES.....	 91
Apêndice A – Dados de Metabólitos.....	92
Apêndice B – Dados de Carcaça.....	93
Apêndice C – Dados de Cortes Dianteiros.....	94
Apêndice D – Dados de Cortes Traseiros.....	95
Apêndice E – Dados de Qualidade.....	96

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 01 – Revisão bibliográfica

	<b>Página</b>
Tabela 1. Sumário da pesquisa avaliando fatores nutricionais dos bovinos e seu efeito na cor a carne. (Adaptado de MANCINI e HUNT, 2005).....	30

### Capítulo 02 – Perfil metabólico de bovinos Nelore confinados

	<b>Página</b>
Tabela 1. Proporção e composição dos ingredientes das rações.....	48
Tabela 2. Composição química das rações utilizadas no experimento.....	49
Tabela 3. Indicadores do metabolismo energético de bovinos Nelore confinados.....	51
Tabela 4. Indicadores do metabolismo protéico de bovinos Nelore confinados.....	55
Tabela 5. Indicadores do funcionamento hepático de bovinos Nelore confinados.....	60

### Capítulo 03 – Características de carcaça e carne de bovinos Nelore confinados

	<b>Página</b>
Tabela 1. Proporção e composição dos ingredientes das rações.....	71
Tabela 2. Composição química das rações utilizadas no experimento.....	72
Tabela 3. Consumo de matéria seca, peso inicial, peso ao abate e peso e rendimento de carcaça de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado.....	75
Tabela 4. Características morfológicas e qualitativas da carcaça de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado.....	76
Tabela 5. Médias dos pesos dos cortes cárneos e rendimento do dianteiro de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado.....	78
Tabela 6. Médias dos pesos dos cortes cárneos e rendimento do traseiro de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado.....	79
Tabela 7. Perda por cocção, perda por resfriamento, força de cisalhamento, pH, capacidade de retenção de água e coloração da carne do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado.....	80
Tabela 8. Coeficientes de correlação (r) de parâmetros de carcaça e qualidade de carne e metabólitos sanguíneos (pré-abate) de bovinos Nelore em confinamento.....	82
Tabela 9. Coeficientes de correlação (r) de parâmetros de carcaça e qualidade de carne e metabólitos sanguíneos (exanguinação) de bovinos Nelore em confinamento.....	83

## LISTA DE FIGURAS

## Capítulo 01 – Revisão bibliográfica

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Taxa de crescimento do tecido nervoso, ossos, músculos e gordura no corpo animal em função da idade da concepção à maturidade. .....	17
<b>Figura 2.</b> Escores de conformação da carcaça bovina .....	23
<b>Figura 3.</b> Padrão fotográfico para avaliar a taxa de marmoreio da carne bovina .....	24
<b>Figura 4.</b> Relação entre o peso da carcaça quente e o percentual de gordura intramuscular em raças temperadas (Angus, Hereford, Shorthorn e Murray Grey), terminados com 3 diferentes pesos, terminados a pasto ou em confinamento.....	26
<b>Figura 5.</b> Formas oxirreduzidas da mioglobina em carnes frescas .....	29

## RESUMO GERAL

Objetivando-se avaliar o efeito de diferentes níveis de concentrado em dietas para bovinos Nelore em confinamento sobre seu perfil metabólico *in vivo* e durante o abate, bem como sobre as características de carcaça e carne por eles produzidas, realizou-se um experimento utilizando-se 25 machos não castrados, pesando  $380,2 \pm 28,7$  kg. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, cinco repetições e duas colheitas de sangue, e os dados analisados esquema de parcelas subdivididas. Os animais receberam durante 112 dias dietas contendo 17, 34, 51 e 68% de concentrado mais uma dieta de manutenção, composta por 40% de concentrado e 60% de volumoso e restrita à 1,2% de seu peso corporal. Visando a análise de metabólitos sanguíneos, amostras de sangue foram colhidas no 110º dia de experimento, 4 horas após o arraçoamento da manhã e, num segundo momento, durante a sangria, que ocorreu no 112º dia de experimento, quando do abate dos animais. Adicionalmente, os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste Tukey a 5% para comparação das médias. As diferentes dietas e/ou colheitas de sangue estudadas resultaram em alterações dos valores sanguíneos de todos os metabólitos avaliados, exceto ureia, nitrogênio ureico proteico e globulina. Ademais, as concentrações séricas de colesterol, triglicérides e globulina, excederam o limite máximo preconizado pela literatura tanto na colheita pré-abate, quanto na colheita durante a exsanguinação. Também foi observado que o estresse experimentado pelos animais ao longo de seu transporte e no percurso à linha de abate alterou seu estado de homeostase. Isto resultou em animais desidratados e com seu metabolismo energético alterado, em resposta às mudanças fisiológicas sofridas, o que pode ser constatado pelo aumento nas concentrações de creatinina, ácido úrico, triglicérides, aspartato aminotransferase, gama glutamiltransferase e, principalmente, glicose. Dessa forma, pode-se depreender que a concentração plasmática de glicose pode ser utilizada como indicador fisiológico de estresse em bovinos Nelore. Já para a avaliação das características de carcaça e carne, o grupo manutenção não foi considerado; assim, foram utilizados 20 machos não castrados pesando  $397,80 \pm 31,31$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, recebendo dietas contendo 17, 34, 51 e 68%. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância e regressão, com o auxílio dos procedimentos GLM e REG do SAS (2004). Ademais, os dados de carcaça e carne foram

correlacionados com os metabólitos estudados por meio de correlação de Pearson, com o auxílio dos procedimentos CORR do SAS (2004). O consumo de matéria seca não foi influenciado pelos níveis de concentrado, entretanto as médias dos pesos de abate, carcaça quente e carcaça fria tiveram comportamento linear crescente. O rendimento de carcaça fria sofreu influência linear positiva. Os níveis de concentrado nas dietas não influenciaram as características morfométricas e qualitativas das carcaças avaliadas, exceto a espessura de gordura subcutânea que apresentou comportamento linear crescente. Os pesos dos principais cortes cárneos comerciais aumentaram linearmente, entretanto a carne de animais que receberam mais concentrado apresentaram menos perda por cocção. Níveis crescentes de concentrado na dieta de bovinos Nelore confinados influenciam positivamente as características de qualidade de carcaça e de carne, bem como os rendimentos de carcaça fria e dos principais cortes cárneos comerciais. Metabólitos indicadores do *status* nutricional correlacionam-se com parâmetros de carcaça e carne de bovinos terminados em confinamento. A concentração de glicose plasmática correlaciona-se positivamente com o peso e o rendimento de carcaça, podendo ser utilizada como indicador destes parâmetros para bovinos Nelore confinados.

**Palavras chave: concentrado, confinamento, cortes cárneos, energia, metabólitos, qualidade de carne.**



## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate finishing diets with different levels of concentrate for confined Nellore cattle, regarding the effects on the characteristics of carcass and meat produced by them and their metabolic profile, as well as the effect of blood collection period (in vivo or during exsanguination) in these parameters. For the execution of this experiment, 25 uncastrated males weighing  $380.2 \pm 28.7$  kg were used. The experimental design was a completely randomized design, with five treatments, five repetitions and two blood sampling periods, in a split-plot scheme. During 112 days, the animals received diets containing 17, 34, 51 and 68% of concentrate, plus a maintenance diet with 40% of concentrate and 60% roughage restricted to 1.2% of their live weight. For blood metabolites analysis, blood samples were drawn on the 110th four hours after the morning feeding time, and on the 112th day, during slaughter. Additionally, the data were submitted to analysis of variance using the Tukey test at 5% to compare the means. Differing diets and/or blood samples studied resulted in changes in blood values of all evaluated metabolites, except for urea, blood urea nitrogen and globulin. In addition, the serum levels of cholesterol, triglycerides and globulin exceeded the maximum limit recommended by the literature in both pre-slaughter and during exsanguination collections. It was also observed that the stress experienced by the animals during their transportation and during the slaughter process affected their homeostasis. This resulted in dehydrated animals with altered energy metabolism in response to physiological changes. These changes can be evidenced by the increase in the concentrations of creatinine, uric acid, triglycerides, aspartate aminotransferase, gamma-glutamyl transferase, and glucose. Thus, it can be deduced that the plasma glucose concentration can be used as a physiological indicator of stress in Nellore cattle. For the evaluation of carcass and meat characteristics, the maintenance group was not considered, so 20 uncastrated males weighing  $397.80 \pm 31.31$  kg were used. They were distributed in a completely randomized design, and received diets containing 17, 34, 51 and 68% of concentrate. The design was completely randomized and the results obtained were submitted to analysis of variance and regression, as well as Pearson's correlation with the GLM and REG procedure of SAS (2004). Additionally, carcass and meat characteristics were correlated to the studied metabolites through Pearson's correlation test, using the CORR procedure of SAS (2004). The dry matter intake was similar between levels,

however, the average slaughter weight, warm carcass and cold carcass weights had a linear increasing behavior. The cold carcass yield was positively linear. The levels of concentrate in the diets did not influence the morphometric and qualitative characteristics of the carcasses evaluated, except for the subcutaneous fat thickness, which presented a linear increase. The weights of commercial meat cuts increased linearly, however the meat of animals that received more concentrate showed less cooking losses. Increasing levels of concentrate in the diet of confined Nellore steers positively influence carcass and meat quality characteristics as well as cold carcass yields and also major meat cuts yields. Metabolites indicators of nutritional status correlate with carcass and meat parameters of cattle finished in feedlot. Plasma glucose concentration correlates positively with carcass weight and yield and can be used as an indicator of these parameters for confined Nellore cattle.

**Keywords: concentrate, energy, feedlot, meat cuts, meat quality, metabolites.**

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A busca por melhorias nos índices produtivos e na qualidade da carne proveniente dos rebanhos de corte no Brasil tem resultado num manejo cada vez mais intensivo dos animais e na imposição de grandes desafios ao seu metabolismo. Apesar dos problemas decorrentes desta busca, é inegável sua importância a fim de atender às demandas por carne de qualidade e em quantidade suficiente para abastecer os mercados interno e externo, que têm se tornado cada vez mais exigentes.

Com este intuito, a manipulação visando um incremento nas características nutricionais das dietas é uma alternativa interessante para o produtor por ser passível de implementação e não depender de grandes investimentos como em infraestrutura ou, ainda, de aporte de material genético, que constitui-se uma alternativa a longo prazo. Desta forma, o aumento nos teores energéticos das dietas e a diminuição das exigências de manutenção dos animais, podem ser alcançados por dietas ricas em grãos para animais confinados, que não precisam se deslocar por grandes distâncias em busca de alimento.

Isto posto, objetivou-se avaliar o aumento nas proporções de concentrado nas dietas para bovinos Nelore confinados e seu efeito no perfil metabólico desses animais, assim como nas características de carcaça e carne por eles produzidas. Para tanto, o presente trabalho foi dividido em três capítulos. No Capítulo 1 apresenta-se uma revisão bibliográfica, caracterizando os principais indicadores utilizados para a determinação do perfil metabólico de bovinos, bem como a influência da alimentação nas características de carcaça, carne e gordura de bovinos de corte. No Capítulo 2 apresentam-se os resultados referentes aos efeitos das dietas e do período de colheita de sangue sobre o perfil metabólico de novilhos Nelore confinados. Por fim, no Capítulo 3 apresentam-se os resultados do efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça e carne de bovinos Nelore confinados.

## **CAPÍTULO 1**

---

Revisão Bibliográfica

## 1. Perfil Metabólico em Bovinos

Os primeiros estudos da composição sanguínea de animais de produção e seus efeitos no metabolismo animal remontam ao final do século XIX e início do século XX (ABDERHALDEN, 1898; ANDERSON, GAYLEY e PRATT, 1930; KENNENDY et al., 1939; PALMER e ECKLES, 1930; ROBINSON e HUFFMAN, 1926). Em seu trabalho de 1926, Robinson e Huffman perceberam a variação dos dados de composição química do sangue de bovinos de corte abatidos quando alimentados com diferentes tipos de ração. Ademais, percebeu-se claramente que os dados do sangue provenientes destes animais eram inadequados para os estudos dos processos fisiológicos de vacas de leite.

A partir da década de 1970, o termo “Perfil Metabólico” passou a ser utilizado como ferramenta para monitorar a saúde metabólica do rebanho, auxiliar no diagnóstico de problemas metabólicos e doenças de produção, bem como identificar vacas metabolicamente superiores (ADAMS et al., 1978; LEE et al., 1978; PAYNE et al., 1970; PAYNE, 1972). Quanto à utilização do perfil metabólico como ferramenta para rebanhos de corte, Bide (1978) cita 12 importantes trabalhos entre os anos de 1946 e 1976 que abordam o tema, mas que apenas indicam valores referência de alguns metabólitos no plasma sanguíneo de bovinos de corte. Entretanto, Church et al. (1978), no trabalho intitulado “*A partial metabolic profile in a beef cow herd in which clinical hypocalcemia occurred*”, relaciona o perfil metabólico de bovinos de corte com um distúrbio metabólico relativamente comum em rebanhos de alta produção – a hipocalcemia. Neste trabalho, os autores concluem que o estudo do perfil metabólico do rebanho, aliado a alguns fatores como ambiente, dieta, idade, sexo e estação do ano podem indicar os animais mais propensos à hipocalcemia, caracterizada pela baixa concentração plasmática de cálcio que ocorre principalmente em vacas em início de lactação como resposta à crescente demanda por este elemento. Este trabalho visou favorecer, desta forma, a tomada de decisões quanto ao manejo nutricional específico para estes animais, a fim de mitigar este distúrbio metabólico.

Atualmente, o perfil metabólico também é utilizado como ferramenta para a avaliação do *status* nutricional do rebanho, visto que desbalanços nutricionais podem afetar a concentração de alguns metabólitos sanguíneos, assim como metabólitos da urina, do leite e da saliva (GONZÁLEZ, 2000). Contudo, para um correto entendimento dos valores encontrados no perfil metabólico sanguíneo, torna-se necessário compreender a fisiologia e bioquímica

animal, conhecer a fonte e a função dos metabólitos avaliados (PEIXOTO; OSÓRIO, 2007), bem como os métodos utilizados na sua determinação (WITTWER, 1995).

Os metabólitos sanguíneos avaliados com o intuito de traçar o perfil metabólico do animal ou grupo de animais (através de amostragem representativa) devem representar as principais rotas metabólicas do organismo, indicando por exemplo seu *status* energético ou protéico. Além destes, pode-se acrescentar o estudo de indicadores da função hepática, como as enzimas aspartato aminotransferase e a gama glutamiltransferase (GONZÁLEZ, 1997). A partir dos resultados encontrados, é imperativa a comparação com valores de referência para aquela população (WITTWER, 2000), objetivando a correta tomada de decisão quanto ao manejo a ser adotado.

## **2. Indicadores do metabolismo energético**

### **2.1 Glicose**

A glicose é o mais importante componente do metabolismo energético dos animais porque além de ser precursora de outras importantes moléculas, participa de diversas vias metabólicas, como a oxidação respiratória, funcionando como principal substrato. Segundo Payne e Payne (1987) a glicose é o principal metabólito utilizado na determinação do *status* energético de bovinos, pois em condições de campo, quando ocorre um balanço energético negativo severo, pode-se verificar um quadro hipoglicêmico. Isso ocorre porque em situações de subnutrição os níveis plasmáticos de propionato e outros precursores provenientes da dieta diminuem, causando a redução na taxa da síntese de glicose (REYNOLDS et al., 2003).

Contrariamente, González (2000) acredita que apesar de sua possibilidade de uso, o nível de glicose plasmática não é um bom indicador do *status* nutricional de bovinos, uma vez que a glicemia permanece inalterada quando as variações na nutrição são amenas. Além disso, a glicemia pode ser influenciada por outros fatores como o estresse, que aumenta os níveis de cortisol plasmático promovendo o incremento na glicose plasmática.

A idade também afeta os níveis de glicose plasmática em bovinos. Em animais jovens (até um ano de idade), os níveis de glicose geralmente são mais altos que em animais adultos (DOORNENBAL, TONG e MURRAY, 1988). Já para animais em recria, a necessidade de glicose é determinada pela taxa de crescimento, que é definida pela ingestão de energia

metabolizável (REYNOLDS et al., 2003). Para animais mais velhos, que só necessitam de energia para manutenção de suas funções vitais, as taxas de glicose permanecem estáveis.

Além destes fatores, o estado fisiológico influencia os níveis de glicose plasmática que são maiores em vacas vazias e em vacas secas quando comparadas a vacas em lactação (OTTO et al., 2000). Isto ocorre devido à grande demanda energética para a produção de leite, que resulta em diminuição do uso de glicose pelos tecidos em detrimento ao aumento na utilização de lipídeos (que são 2,25 mais energéticos) para obtenção de energia (REYNOLDS et al., 2003). Quanto às diferenças inerentes ao sexo, não há consenso na literatura sobre sua influência nos níveis plasmáticos de glicose, com trabalhos mostrando variações significativas dependendo da idade e de fatores ambientais (BONILHA et al., 2015).

## 2.2 Colesterol

O colesterol tem múltiplas funções no organismo de bovinos (NAYERI; STOTHARD, 2016). É um precursor de hormônios esteróides (gonadal e adrenal), vitamina D e ácidos biliares, além de ser um componente estrutural das membranas celulares e partículas de lipoproteínas (LECERF e DE LORGERIL, 2011). O substrato para a síntese de colesterol é a acetil CoA, um intermediário do metabolismo da gordura, carboidratos e proteínas (GRIFFIN e LICHTENSTEIN, 2013). No entanto, sua síntese endógena pode ser inibida pela ingestão de fontes exógenas provenientes da dieta. O estudo dos níveis plasmáticos de colesterol é uma forma eficiente de se estimar o nível de lipídeos do plasma, uma vez que o colesterol corresponde a aproximadamente um terço desse total (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A suplementação de fontes lipídicas como Megalac® (produto a base de sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa da soja) ou sementes de girassol tem sido associada ao aumento dos níveis plasmáticos de colesterol, melhorando o desempenho reprodutivo de vacas de corte submetidas à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e à Transferência de Embriões em Tempo Fixo (TETF) (CARDONA et al., 2016; CORDEIRO, PERES e SOUZA, 2015). Tal efeito pode ser explicado devido ao fato de as gorduras serem precursoras para a síntese de colesterol e hormônios (LEROY et al., 2014; STAPLES; THATCHER, 1998). Portanto, além de indicar o *status* energético de bovinos, os níveis de colesterol plasmático podem refletir também a atividade tireoidiana, isto porque os estrógenos formados a partir do colesterol afetam

a relação das funções hipofisária, tireoidiana e adrenal (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Do ponto de vista fisiológico, animais em balanço energético negativo tendem a apresentar um quadro de hipercolesterolemia, desde que tenham à disposição reservas lipídicas para serem mobilizadas. Este quadro é bastante comum em vacas leiteiras de alta produção que não conseguem suprir suas necessidades energéticas exclusivamente via dieta, lançando mão da mobilização de seus estoques energéticos a fim de sustentar a lactação (KESSLER et al., 2014).

Segundo Guédon et al. (1999), este quadro também pode ser observado em menor intensidade em vacas de corte devido ao seu menor metabolismo da glândula mamária. Quando não há um manejo adequado da vaca em transição, a mobilização de tecido adiposo pode exceder a capacidade do fígado em processar os ácidos graxos não esterificados, que devem ser oxidados ou reesterificados a triglicerídeos (GRUMMER, 1993). Este estado fisiológico pode evoluir para uma desordem metabólica conhecida como “Síndrome do Fígado Gorduroso” que ocorre quando a síntese de triglicerídeos excede a sua exportação como lipoproteínas VLDL (GOFF e HORST, 1997). Desta forma, o metabolismo de colesterol em vacas pode ser afetado pela deficiência de nutrientes, como energia da dieta, além do estágio de lactação no qual se encontram (GROSS et al., 2015).

### 2.3 Triglicérides

Os triglicérides ou triglicerídeos são compostos apolares compostos por três ácidos graxos e um álcool (glicerol) que têm a função de reservar energia para o organismo nos momentos em que o aporte energético via dieta não seja suficiente para manter as funções vitais e também produtivas dos animais. Assim como o colesterol, tais compostos podem ser sintetizados tanto pelo organismo como podem ser obtidos através da ingestão, participando ativamente nos processos metabólicos dos lipídeos.

No caso dos mamíferos, um importante local de síntese de triglicerídeos, além do fígado, é a glândula mamária. Corroborando com esta realidade, nos bovinos, os triglicerídeos são o principal constituinte da gordura do leite, com o colesterol representando uma pequena parte dessa gordura (BITMAN e WOOD, 1990; ONTSOUKA e ALBRECHT, 2014). Estudando vacas da raça Limousin, Guédon et al. (1999) observaram que os níveis de triglicerídeos



permaneceram constantes durante as 10 semanas que antecederam o parto até a 14 semana pós-parto, porém se mostram ligeiramente maiores antes do parto. Este comportamento é similar ao que ocorre em vacas leiteiras, mas em menor nível. Segundo os autores, a atividade da glândula mamária menos intensa nas vacas de corte é provavelmente a causa desta ocorrência.

### 3. Indicadores do metabolismo proteico

#### 3.1 Ureia

A ureia é um metabólito extremamente importante no metabolismo proteico de ruminantes. Sua origem pode ser no fígado, a partir da amônia ruminal que cai na circulação portal ou da amônia derivada da deaminação de aminoácidos da digestão pós ruminal ou do turnover de proteína sistêmica (KOHN, 2007). A ureia plasmática pode ser reciclada via saliva ou por difusão através da parede do rúmen, voltando a ser utilizada como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana ou pode ser filtrada pelos rins e excretada via urina. Em animais em lactação, a ureia também é secretada no leite, pois a glândula mamária é permeável a este composto que circula livremente, o que resulta no equilíbrio entre o nitrogênio uréico no sangue e no leite (BRODERICK e CLAYTON, 1997; ROSELER et al., 1993).

Quando chega ao rúmen a ureia é rapidamente hidrolisada a  $\text{NH}_3$  e  $\text{CO}_2$  pelos microrganismos ureolíticos e, quando há uma fonte de energia como o amido ou a celulose, a amônia é fixada e transferida para precursores de aminoácidos sintetizados a partir deste, carboidratos fermentáveis permitindo a síntese de proteína microbiana. Deve-se destacar que o aumento na concentração de amônia no rúmen, resulta no aumento de sua absorção, que é um reflexo do aumento na diferença entre os gradientes de concentração ruminal e plasmática (causando um fluxo no sentido do rúmen para a corrente sanguínea). Ademais, a amônia aumenta o pH ruminal o que favorece sua absorção, pois em sua forma não ionizada  $\text{NH}_3$  apresenta-se de forma lipossolúvel (FERNANDEZ et al., 1990). Contrariamente, quando o ambiente ruminal está ácido (maior disponibilidade de íons  $\text{H}^+$ ) a amônia é ionizada, convertendo-se no íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) que é hidrossolúvel, não sendo passível de absorção pela parede ruminal (BARTLEY et al., 1976).

A ureia plasmática é um indicador do consumo de proteína, degradação de fontes de proteína e disponibilidade de proteína no rúmen (ROSELER et al., 1993). Animais com baixos

níveis de ureia plasmática provavelmente são mais eficientes em fermentar os carboidratos no rúmen (CABRAL et al., 2000). Além disso, a síntese de proteína microbiana no rúmen é maximizada quando há uma sincronia entre os aportes de matéria orgânica fermentável e proteína (nitrogênio).

Por outro lado, quando há um excesso de nitrogênio e baixa presença de doadores de carbono (compostos energéticos), a concentração ruminal de amônia se eleva. A amônia excedente transpassa a parede ruminal, chegando ao sistema porta-hepático, sendo posteriormente convertida a ureia. Por isso, há uma forte correlação entre os níveis plasmáticos de ureia e a concentração de amônia no rúmen (HENNESSAY e NOLAN, 1988), justificando sua eficiência como indicativo de relação proteína:energia na dieta de bovinos.

Contrariamente, níveis elevados de ureia plasmática também têm sido reportados em animais consumindo pouca ou nenhuma fonte protéica. Isto ocorre devido à mobilização de reservas protéicas do organismo como resposta ao jejum prolongado. Esta condição é bastante comum em bezerros em quadro diarréico que, além de consumirem pouco alimento, têm seu fluxo urinário diminuído por estarem desidratados. Esta condição resulta na inibição da excreção da ureia pela via renal, favorecendo o aumento em seus níveis plasmáticos e podendo progredir para um quadro de uremia (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

### 3.2 Albumina

Das proteínas circulantes no plasma sanguíneo, a albumina é a mais comum e perfaz metade de todas elas, configurando-se como importante reserva protéica no organismo animal. Seu nome origina-se do latim (*albus*, branco) e remonta à antiga técnica de separação de proteínas e à sua solubilidade em água pura. A albumina participa ativamente do transporte de ácidos graxos livres, aminoácidos, metais e bilirrubina, tendo também o importante papel de regular o pH sanguíneo ao atuar como ânion (CONTRERAS, 2000). Outra característica desta proteína é que ela pode ser glicosilada pela interação monoenzimática com a glicose (MEYER e HARVEY, 2004).

Ao contrário da ureia plasmática, que é afetada pelo *status* nutricional dos ruminantes de maneira sensível e imediata – principalmente quando da ingestão de proteínas – a albumina é um indicador do status protéico a longo prazo (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003). Portanto,

para detectar mudanças significativas na concentração sérica de albumina é necessário o período de 30 dias, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação desta proteína em ruminantes (PAYNE e PAYNE, 1987). Essas mudanças podem refletir a quantidade de proteína na ração, a disponibilidade de aminoácidos, quadros de desidratação, perdas por parasitismo e a função hepática (GONZÁLEZ, 2000).

O estado fisiológico também influencia os níveis de albumina plasmática. Vacas logo após o parto têm a albuminemia reduzida devido ao particionamento dos aminoácidos do organismo. Estes aminoácidos são em boa parte utilizados para suprir a demanda necessária na síntese do leite. Há de se ressaltar que também ocorre a diminuição de sua síntese hepática, principalmente devido ao acúmulo de gordura que este órgão sofre no começo da lactação (CONTRERAS, 2000).

### 3.3 Globulinas

As globulinas são proteínas globulares responsáveis pelo transporte de lipídeos, bilirrubina e metais no organismo animal, podendo ser classificadas em  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ -globulinas (KANEKO, HARVEY e BRISS, 2008; MEYER e HARVEY, 2004). O somatório das concentrações de globulinas e albuminas perfazem a concentração de proteína sérica total. Desta forma, na bioquímica clínica, a concentração de globulina é obtida por meio da diferença entre a concentração de proteína sérica total e a concentração de albumina. Conseqüentemente, falhas na determinação das concentrações de proteína ou albumina podem comprometer o resultado da concentração de globulina (GRUNWALDT et al., 2005; MEYER e HARVEY, 2004).

As globulinas são indicadores limitados do metabolismo protéico, tendo mais importância como indicadores de processos inflamatórios e de quadros de desidratação (GONZÁLEZ e SILVA, 2006; MEYER e HARVEY, 2004; THOMAS, 2000). O aumento na concentração de globulinas está associado a doenças infecciosas ou a vacinações recentes que provocam um aumento na síntese de  $\gamma$ -globulinas que têm função imunológica. Por outro lado, quadros de hipoglobulinemia podem ocorrer quando há hiperhidratação ou quando há perdas de globulinas, seja por hemorragias, enteropatias ou exudação (MEYER e HARVEY, 2004).

Em vacas de leite, a concentração de globulinas diminui ao final da gestação devido à passagem de gamaglobulinas para o colostro. Segundo Arthington et al. (2000), bezerros nascem hipogamaglobulinêmicos e precisam ingerir o colostro para suprir suas imunoglobulinas durante o período neonatal. Desta forma, existe uma ligação entre a falha em transferir passivamente estas proteínas para os bezerros, o que é uma condição relativamente comum em algumas fazendas, e a predisposição a infecções e aumento da mortalidade (ARTHINGTON et al., 2002). Com vistas a suprir essa necessidade, diversos trabalhos testaram o fornecimento do soro e do plasma sanguíneos (vias oral e intravenosa) demonstrando sua efetividade como fonte de imunoglobulinas passivas exógenas (ARTHINGTON e QUIEGLEY III, 2000; ARTHINGTON et al., 2002; BALCOMB e FOSTER, 2014; BARRINGTON e PARISH, 2002; CHIGERWE e TYLER, 2010; QUIGLEY III et al., 1998).

### 3.4 Proteínas totais

Proteínas séricas totais correspondem ao somatório das concentrações das albuminas e globulinas no soro. A concentração de proteínas no plasma, entretanto, é maior do que no soro por conter também os fatores de coagulação ou fibrinogênio (MEYER e HARVEY, 2004). Descartadas as causas patológicas, a diminuição das proteínas totais no sangue tem relação com deficiências protéicas da dieta. Segundo Kaneko (2008), dietas com menos de 10% de proteína causam diminuição nos níveis protéicos do sangue.

A concentração de proteínas totais permanece relativamente constante devido ao fato de existir uma correlação negativa entre a concentração de albumina e a concentração de globulinas. Quando há um aumento na síntese de globulinas em resposta a um quadro infeccioso, a síntese de albumina no fígado é inibida. Por outro lado, quando há algum problema hepático inibidor da síntese da albumina, o teor de globulinas tende a aumentar. Este mecanismo permite compensar as concentrações dessas duas proteínas, mantendo uma adequada pressão osmótica sanguínea (KANEKO, HARVEY e BRISS, 2008).

Por serem indicadores da homeostase protéica, as concentrações séricas de proteína total, juntamente as de globulinas, podem ser considerados marcadores eficientes de desidratação (EARLEY, DRENNAN e O'RIORDAN, 2013). Dessa forma, a hiperproteinemia pode ocorrer em quadros de desidratação e pelo aumento na produção de globulinas (MEYER

e HARVEY, 2004). Situações de estresse, como no transporte de bovinos até o seu local de abate, usualmente culminam com quadros de desidratação e consequente aumento das proteínas totais (EARLEY e O'RIORDAN, 2006; EARLEY et al., 2012; EARLEY, DRENNAN e O'RIORDAN, 2013; KNOWLES e WARRISS, 2000).

### 3.5 Ácido úrico

O ácido úrico é um produto do metabolismo protéico que pode originar-se de duas fontes, as purinas absorvidas no intestino delgado e as purinas endógenas, ou seja, liberadas do metabolismo dos ácidos nucléicos (CHEN e GOMES, 1992). Nos ruminantes, este composto nitrogenado ocorre em pequenas quantidades no sangue porque é convertido em alantoína pela ação da enzima uricase (LEHNINGER, 1995). Na urina de bovinos, os únicos derivados de purinas presentes são a alantoína e o ácido úrico, devido a intensa atividade da xantina oxidase no sangue e nos tecidos, que converte a xantina e a hipoxantina em ácido úrico antes da excreção (CHEN e GOMES, 1992).

Valores de ácido úrico acima dos normais podem ocorrer devido a neoplasias de células sanguíneas (leucemias e linfomas), distúrbios hepáticos inibidores da conversão do ácido úrico em alantoína, insuficiência renal, problemas endócrinos, aumento da reciclagem de ácidos nucléicos, intoxicação e hipotireoidismo. Além destes, outro fator que pode levar a hiperuricemia resulta de um defeito genético que causa a falta de enzimas necessárias para o metabolismo do ácido úrico (KANEKO, HARVEY e BRISS, 2008).

### 3.6 Creatinina

A creatinina é um produto da quebra da creatina e da creatina fosfato no tecido muscular, podendo ser utilizada como indicador indireto da função renal e de seu impacto no nitrogênio uréico do sangue (KANEKO, HARVEY e BRISS, 2008). Segundo Heymsfield et al. (1983), a creatinina plasmática não é reutilizada sendo, portanto, excretada de maneira constante na urina. Uma vez que a creatinina é uma substância nitrogenada produzida pelo metabolismo muscular, sua concentração plasmática não deveria ser influenciada pelo sexo ou idade (GREGORY et al.,

2004). No entanto, correlações entre o sexo e as concentrações plasmáticas de creatinina não são bem explicadas na literatura e têm sido associadas a variações nas dietas, idade e manejo (BONILHA et al., 2015).

Por ser uma função constante do peso vivo e não sofrer influência da dieta, a excreção de creatinina urinária é utilizada para a avaliação da excreção endógena de nitrogênio (ORSKOV e MACLEOD, 1982; RENNÓ, VALADARES e VALADARES FILHO, 2000; VALADARES et al., 1999). Dessa forma, a creatinina pode ser utilizada como indicador da produção urinária, existindo a possibilidade de se estimar a excreção de derivados de purinas – importante ferramenta para o cálculo da produção de proteína microbiana ruminal – sem a coleta total de urina. Esta metodologia é possível através da utilização de uma única amostra de urina, denominada amostra *spot* (VALADARES et al., 1999).

Há de se ressaltar que por estar relacionada ao metabolismo muscular, o aumento na creatinina plasmática também pode ser utilizado como indicador de danos ou lesões neste tecido (GONZÁLEZ et al., 2000). Ademais, segundo González e Scheffer (2002), o exercício físico intenso pode causar o aumento nos níveis de creatinina plasmática.

#### **4. Indicadores do funcionamento hepático**

##### **4.1 Aspartato aminotransferase**

A Aspartato Aminotransferase (AST) é uma enzima presente no citoplasma e mitocôndria de várias células, participando ativamente no fornecimento de um intermediário do “Ciclo do Ácido Cítrico” a partir de uma reação de transaminação por ela catalisada. Nesta reação, o glutamato reage com o oxalacetato originando aspartato e alfa-cetoglutarato (LEHNINGER, NELSON e COX, 2006). Enzimas hepáticas como a AST estão presentes em vários tecidos, particularmente no fígado e nos músculos estriados cardíaco e esquelético, o que as tornam ótimos marcadores de danos aos tecidos moles (OTTO et al., 2000). Isto é possível porque a medição da atividade enzimática como ferramenta no diagnóstico da perturbação da homeostase é fundamentada no fato de que no plasma sanguíneo podem ser encontradas enzimas cuja síntese e função são exercidas em nível intracelular, mas que a partir do dano ou morte celular podem cair na corrente sanguínea (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003).

Enzimas como a AST têm pouca importância na determinação do *status* nutricional de bovinos (ABUTARBUSH e RADOSTITS, 2003), entretanto podem ser excessivamente liberadas em casos de dano muscular esquelético (RUSSELL e ROUSSEL, 2007). Trabalhando com bezerros leiteiros transportados por 19 horas, Bernardini et al. (2012) concluíram que o exercício muscular intenso, resultante do transporte rodoviário, incrementaram a atividade da AST ao final do trajeto. Por outro lado, no caso do aumento sérico de AST estar relacionado a algum dano hepático, isto pode ser verificado pela análise da fosfatase alcalina – outra enzima que tem sua atividade aumentada quando há lesão hepática (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003).

#### 4.2 Fosfatase alcalina

A Fosfatase Alcalina (FA) é uma enzima de membrana responsável por catalisar a hidrólise alcalina de uma imensa gama de substratos. Tal enzima é encontrada no fígado, túbulos renais, intestino e tecido ósseo (LATIMER et al., 2003). Portanto, a FA é utilizada como marcador bioquímico no diagnóstico da osteoporose, disordens hepatobiliares e na síndrome do fígado gorduroso (ALI et al., 2005; HANLEY et al., 2005; WEBBER et al., 2010). Segundo Meyer e Harvey (2004), a diminuição ou interrupção do fluxo da bile, conhecida como colestase, resulta numa elevada produção de FA em todas as espécies.

Neste contexto, González e Silva (2006) relatam que por sua grande variação resultante de mudanças fisiológicas, a FA é de pouca importância no diagnóstico de doenças hepáticas do ruminantes. Entretanto, o aumento em sua atividade tem sido relacionado com a mastite sub-clínica em vacas e búfalas em lactação, sugerindo que essa enzima tem algum papel na patogênese dessa doença (GAIN et al., 2015; ZAKI et al., 2008).

#### 4.3 Gama glutamiltransferase

A Gama Glutamiltransferase (GGT) é uma enzima responsável por catalisar a transferência de grupos gama-carboxila do glutamato para um peptídeo, geralmente o dipeptídeo glicina-glicina. Tal enzima pode estar associada às membranas, mas também pode ser encontrada no citosol, especialmente nos epitélios dos dutos biliares e renais. Apesar de

poder ser encontrada no pâncreas e no intestino delgado, somente aquela de origem hepática é normalmente encontrada no plasma, porque a de origem renal é excretada na urina (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A GGT é uma enzima que indica a colestase hepática e trabalhos mostram sua elevação em casos de fígado com infiltração gordurosa (ANDRÉ et al., 2006; THAMER et al., 2005). Portanto, esperam-se que maiores concentrações de GGT estejam presentes em animais que passam por alta metabolização de lipídeos pelo fígado, como vacas leiteiras em transição (SORDILLO e RAPHAEL, 2013). Contrariamente, trabalhando com vacas da raça Holandesa em puerpério e na fase pós-puerperal, Souza et al. (2008), observaram que não há influência desse estado fisiológico na atividade enzimática sérica da GGT, o que coincide com os resultados apresentados por FEITOSA et al. (2000), que afirmaram não haver influência do puerpério na sua atividade enzimática.

Estudando bovinos Nelore com diferentes níveis de consumo alimentar residual (CAR), Alexandre et al. (2015) sugeriram que a atividade da GGT também pode sofrer influência da eficiência alimentar. No entanto, não fica claro se a elevação na atividade da GGT foi resultado de lesões hepáticas provenientes do estresse pela alteração no metabolismo lipídico ou pelo fato dos animais com baixa eficiência alimentar terem uma infecção bacteriana causada por consumirem mais alimento.

## **5. Influência do tipo de alimentação sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça de bovinos de corte**

À medida que a pecuária de corte evolui e o mercado consumidor se torna mais exigente, uma maior atenção tem sido dada ao produto final da atividade. Assim, as características de carcaça tornam-se parâmetros importantes para avaliar a eficiência e a qualidade do sistema de produção (KAZAMA et al., 2008).

Os parâmetros utilizados para classificação das carcaças no Brasil, são regidos pela Instrução Normativa Nº 9 de 4 de maio de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. De acordo com esta normativa, as características observadas na classificação das carcaças bovinas são:

- **Sexo:** macho inteiro (M), macho castrado (C), novilha (F) e vaca de descarte (FV)



- **Maturidade:** dentes de leite (d), dois dentes (2d), quatro dentes (4d), 6 dentes (6d) e oito dentes (8d)
- **Peso da carcaça:** obtido da carcaça quente (em kg). Entendendo-se como carcaça o “animal abatido”, sangrado, esfolado, eviscerado, desprovido de cabeça (separada entre os ossos occipital e Atlas), patas (seccionadas a altura das articulações carpo-metacarpiana e tarso-metatarsiana), rabada, órgãos genitais externos, gordura perirrenal e inguinal, ferida de sangria, medula espinhal, diafragma e seus pilares.
- **Acabamento da carcaça:** Verificado mediante observação da distribuição e quantidade de gordura de cobertura, em locais diferentes da carcaça (a altura das 6<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> costelas partes dorsal e ventral do músculo grande dorsal e músculo serrátil dorsal caudal, na região lombar e no coxão), estabelecendo-se as categorias: Magra (1) – gordura ausente; Gordura escassa (2) – 1 a 3 mm de espessura; Gordura mediana (3) – acima de 3 e até 6 mm de espessura; Gordura uniforme (4) – acima de 6 e até 10 mm de espessura; Gordura excessiva (5) – acima de 10 mm de espessura.

Do ponto de vista científico, no entanto, avaliações quantitativas e qualitativas podem ser utilizadas com vistas a estudar os efeitos de fatores intrínsecos (como sexo, raça ou idade) e extrínsecos (sistema de produção, manejo alimentar, etc.) nas carcaças de bovinos.

## 5.1 Características Quantitativas

### 5.1.1 Peso e Rendimento de Carcaça

Geralmente, os pesos da carcaça quente e da carcaça fria (obtido após 24h em câmara frigorífica), são registrados no matadouro/frigorífico. Segundo Müller (1980), observa-se que em carcaças de comprimento e acabamento semelhantes, as mais pesadas apresentam melhor conformação e, comumente, uma melhor proporção da porção comestível. No entanto, deve-se observar que a veracidade desta afirmação pode ser relativa, uma vez que a composição genética e a idade dos animais avaliados podem influenciar as características das carcaças por eles produzidas, afetando por exemplo o rendimento dos ossos – constituinte não comestível.

Carcaças de bovinos alimentados com volumosos geralmente são mais leves e qualitativamente pior avaliadas que carcaças provenientes de animais alimentados com grãos (ARICETTI et al., 2008; PRADO et al., 2008). Isto é verdade em animais manejados em

situações extensivas, em pastagens constituídas por gramíneas tropicais de baixo valor nutritivo. Diferentemente, é possível produzir carcaças pesadas e de melhor acabamento quando pastagens melhoradas são utilizadas intensivamente, como é o caso de trabalhos de Freitas et al. (2014) e Menezes et al. (2010) no Sul do país, onde animais manejados em pastagens temperadas apresentam desempenho maximizado, se os compararmos com animais manejados em pastagens tropicais.

No Brasil, a comercialização de bovinos de corte baseia-se não somente no peso, mas também no rendimento de carcaça (FERREIRA et al., 2000). O rendimento de carcaça é a relação entre o peso corporal do animal e de sua carcaça quente ou após resfriamento. Dessa forma, há uma relação direta entre este parâmetro e o conteúdo do trato gastrointestinal dos animais abatidos que, invariavelmente, sofre efeito do tipo de alimentação por eles recebida antes do abate. Adicionalmente, há também uma variante deste parâmetro que se denomina rendimento verdadeiro. Esta variante do rendimento de carcaça não sofre influência do conteúdo do trato gastrintestinal por ser calculada dividindo-se o peso da carcaça pelo peso do corpo vazio, expressa em porcentagem.

Avaliando as características de carcaça de animais em terminação e submetidos a dietas com inclusão de caroço de algodão em substituição total do farelo de algodão e parcial do milho floculado, Cranston et al. (2006) observaram que não houve influência dos níveis estudados no peso da carcaça quente. Entretanto, pôde-se observar que a inclusão do caroço de algodão reduziu o rendimento de carcaça dos animais. Isto se deveu ao maior conteúdo do trato gastrointestinal, resultante dos maiores teores de fibra em detergente neutro (FDN) destas dietas, o que promoveu um maior peso das vísceras no abate.

Similarmente, em trabalho com novilhos F1 Limousin x Nelore, Gesualdi Júnior et al. (2000) observaram que o rendimento de carcaça em relação ao peso vivo, cresceu linearmente ( $P < 0,01$ ), à medida que se elevou o nível de concentrado das dietas experimentais de 25 até 75%. No entanto, quando se expressou o rendimento com base no peso de corpo vazio (rendimento verdadeiro), não houve resposta aos níveis de concentrado estudados. Por outro lado, Lombardi et al. (2016) não observaram diferença no rendimento de carcaça de novilhos Nelore submetidos a duas formas de fornecimento de cana-de-açúcar (picada fresca ou ensilada) em dietas com 20 ou 50% de inclusão, mesmo com os tratamentos com a cana picada apresentando maior teor de FDN.

Ao estudar o efeito da adição de óleos de fritura e soja na dieta de tourinhos Red Norte em confinamento sobre suas características de carcaça, Rodrigues Filho et al. (2013) constataram que apenas o rendimento de carcaça foi influenciado pelos tratamentos, de forma que a dieta sem suplementação lipídica proporcionou um maior rendimento de carcaça quando comparada à dieta com óleo de soja. O menor valor de rendimento de carcaça encontrado para o tratamento com óleo de soja, segundo os autores, foi provavelmente resultante de uma menor digestibilidade desta dieta (principalmente de sua fração fibrosa), o que proporcionou um maior enchimento ruminal e, conseqüentemente, um menor rendimento após a evisceração.

### 5.1.2 Rendimento de Músculos, Ossos e Gordura

Os principais tecidos que constituem a carcaça dos bovinos são o muscular, o adiposo e o ósseo, sendo suas proporções de grande interesse comercial. Segundo Pereira et al. (2009), a composição corporal e a quantidade de carne produzida na carcaça têm importância fundamental na determinação da eficiência biológica. Há de se ressaltar que o crescimento dos tecidos corporais ocorre de forma alométrica e, segundo Devine e Dikeman (2008) ocorrem na ordem ilustrada na Figura 1.

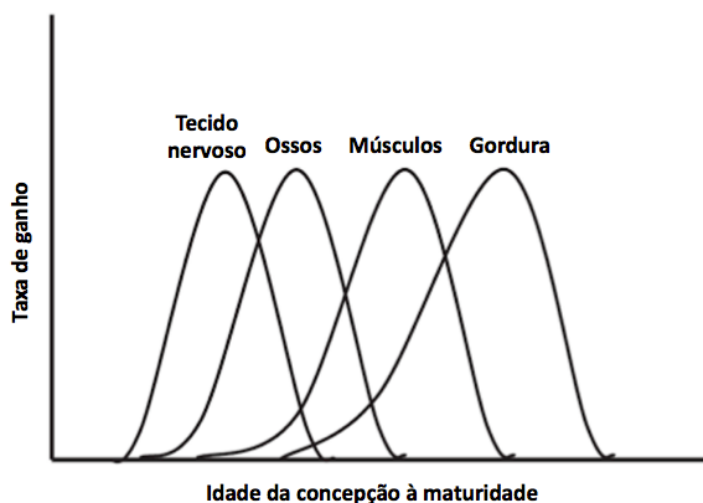


Figura 1. Taxa de crescimento do tecido nervoso, ossos, músculos e gordura no corpo animal em função da idade da concepção à maturidade. Fonte: Adaptado de Devine e Dikeman (2008).

Desta maneira, durante a fase de rápido desenvolvimento corporal, a proporção de ossos na carcaça diminui gradualmente, enquanto a proporção de músculos aumenta. Com o início da

puberdade, o ritmo de crescimento do tecido muscular diminui e a taxa de deposição de tecido adiposo aumenta (BERG e BUTTERFIELD, 1979; SANTOS et al., 2002), causando diminuição proporcional dos teores de músculo, ossos e tendões.

Em trabalho com novilhas Nelore, F1 Nelore x Angus e F1 Nelore x Simental, Souza et al. (2012), observaram que os níveis de concentrado (30 e 50% com base na MS) influenciaram a composição das carcaças produzidas. Neste trabalho, a dieta com o maior nível de concentrado proporcionou aumento de 24,12% na quantidade de gordura na carcaça ( $P < 0,10$ ), o que foi atribuído ao maior aporte de energia dessa dieta (21,50 Mcal de EM/dia). A quantidade total e percentual do tecido muscular, no entanto, não foi influenciada pelo nível de concentrado ofertado. Em trabalho com os mesmos grupos genéticos que o trabalho anterior, Oliveira et al. (2011) avaliaram as carcaças de animais alimentados *ad libitum* e com suplementação de concentrado correspondente a 1 ou 2% de seu peso corporal ou alimentados restritamente visando manutenção de seu peso inicial. Independentemente do grupo genético, os animais alimentados para a manutenção produziram carcaças com maiores proporções de ossos e músculos do que os animais alimentados *ad libitum* e, como esperado, com menor quantidade de gordura total.

Já em trabalho no sul do Brasil, avaliando diferentes sistemas de alimentação (pastagem temperada, pastagem tropical e confinamento) para bovinos Devon em terminação, Menezes et al. (2010) concluíram que quantidade e a porcentagem de gordura na carcaça foram semelhantes entre os sistemas de terminação, com média de 42,55 kg e 21,24%. Também não foram observadas diferenças na quantidade e proporção de músculo das carcaças, entretanto animais terminados em pastagem tropical apresentaram maior ( $P < 0,10$ ) proporção de osso na carcaça.

### 5.1.3 Área de Olho de Lombo – AOL

A AOL é um importante preditor do rendimento do tecido muscular (carne) de carcaças bovinas (RIBEIRO et al., 2008). Este atributo correlaciona-se positivamente com o desenvolvimento ponderal dos bovinos de corte, além de ser um indicador da composição da carcaça, por estar relacionado à musculosidade do animal. Desta forma, a AOL é bastante útil para estimar o rendimento dos cortes de maior valor comercial, porque correlaciona-se positivamente com a porção comestível da carcaça. Quanto maior for a AOL, maior será o

rendimento do traseiro e da região lombar (ABULARACH et al., 1998). Tal medida é tomada na carcaça resfriada, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas (BRIDI e CONSTANTINO, 2009).

Gesualdi Júnior et al. (2000) ao avaliarem novilhos F1 Limousin x Nelore com 14 meses de idade e peso inicial de 330 kg, recebendo cinco níveis de concentrado (25,0; 37,5; 50,0; 62,5; 75,0%), não verificaram efeito na AOL. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Lombardi et al. (2016), quando trabalharam com novilhos Nelore recebendo 50 ou 80% de concentrado em dietas a base de cana-de-açúcar. Diferentemente, Margarido et al. (2011) encontraram maiores valores de AOL para novilhos que receberam uma dieta com 76,6% de concentrado na matéria seca (MS), quando comparados com os que receberam uma com 46,7%.

Estas discrepâncias podem ser resultantes não só das dietas, mas das fases do desenvolvimento corporal dos animais avaliados. Asimwe et al. (2015) observaram que em zebuínos o tempo de confinamento (0 a 100 dias) antes do abate tem efeito sobre a AOL. Segundo estes autores, animais abatidos sem passar pelo confinamento e, que anteriormente, encontravam-se manejados a pasto, produziram carcaças com menor AOL quando comparados àqueles terminados em confinamento. Este resultado pode ser parcialmente explicado pelo fato do músculo longissimus ser de desenvolvimento tardio (OWENS et al., 1993).

#### 5.1.4 Espessura da Gordura Subcutânea (EGS)

Dentre as características observadas nas carcaças bovinas, a EGS ou espessura da gordura de cobertura tem um importante papel como indicativo de qualidade, sendo relacionada com o acabamento da carcaça. Há de se ressaltar que o percentual de gordura na carcaça correlaciona-se negativamente com a AOL, o que pode ser explicado porque no momento em que se inicia o período de intensa deposição de gordura, o tecido muscular sofre desaceleração em seu desenvolvimento (BERG e BUTTERFIELD, 1976; MARPLE, 1983).

Para a indústria da carne, a importância da gordura de cobertura se dá porque ela funciona como um isolante térmico, diminuindo a velocidade de resfriamento da carcaça, evitando a desidratação, o escurecimento e a redução da maciez da carne (BRIDI e CONSTANTINO, 2009). Este último fenômeno é causado pela queda repentina da temperatura da carcaça antes que se atinja o *rigor mortis*, que culmina com um acúmulo de íons  $\text{Ca}^{2+}$  nas fibras musculares e conseqüente contração vigorosa do músculo. Este processo aumenta a

dureza da carne, por provocar o encurtamento de seus sarcômeros, num processo também denominado encurtamento pelo frio ou *cold shortening* (DEVINE e DIKEMAN, 2008).

Em trabalho com novilhos Angus manejados a pasto e abatidos aos 25 meses, Pouzo et al. (2015) observaram que o aumento do nível de suplementação energética com linhaça e milho melhorou a qualidade da carcaça, através do incremento da espessura da gordura subcutânea até 7,36 mm, acima dos 7 mm recomendados para maximizar a maciez da carne (TATUM et al., 1982). Este resultado foi semelhante ao obtido por Wright et al. (2013) que mostraram uma tendência de aumento na EGS quando novilhos a pasto foram suplementados com 0,75% de seu peso corporal com grãos de milho por 105 dias.

Em trabalho no sul do Brasil, com novilhos Hereford e Braford terminados em confinamento ou em pastagem nativa enriquecida com *Lolium multiflorum* Lam., *Trifolium repens* L. Cv. Yi e *Lotus corniculatus* L. Cv. São Gabriel, Freitas et al. (2014) observaram que a carcaça dos animais terminados em confinamento apresentou uma EGS média 25% maior que a dos animais terminados a pasto. Entretanto, há de se ressaltar que o critério para o abate foi que os animais atingissem uma EGS (medida por ultrassom) superior a 3mm, portanto a diferença encontrada pode ser atribuída a frequência com que os animais eram avaliados (que não foi citada no trabalho) que pode ter sido determinante para este resultado.

Diferentemente, Silva et al. (2002) não observaram efeito na EGS de novilhos Nelore (média de 4,09 mm) quando alimentados com 20, 40, 60 ou 80% de concentrado na dieta. Esse resultado foi explicado pelos autores pelo fato do feno fornecido ser de alto valor nutricional ou, ainda, devido aos animais terem sido abatidos com peso constante. Isto ocorre porque animais contemporâneos e de mesma composição genética produzem carcaças semelhantes quando o critério para o abate é o alcance de determinado peso.

#### 5.1.5 Comprimento de Carcaça

O comprimento da carcaça é tomado com o auxílio de uma trena, sendo obtido através da medição da borda cranial da síntese isquio-pubiana até a borda cranial medial da primeira costela (BRIDI e CONSTANTINO, 2009). Esta medida correlaciona-se positivamente com o peso da carcaça e peso dos cortes de maior valor econômico (MÜLLER, 1980).

Segundo Morgan (1972), novilhos de corte submetidos à restrição alimentar no início de seu desenvolvimento, especificamente do nascimento aos quatro meses de idade ou dos quatro meses até oito meses, apresentaram o mesmo comprimento de carcaça de animais alimentados sem restrição, quando abatidos com o mesmo peso. Neste sentido, Gesualdi Júnior et al. (2006) avaliaram as características de carcaça de bovinos Nelore e Caracu submetidos ou não à restrição alimentar. Neste trabalho, os animais foram abatidos quando atingiram 4mm de EGS (avaliada por ultrassom) e, independentemente do tratamento, produziram carcaças que não divergiram estatisticamente em seu comprimento (média de 126,8 cm).

Em trabalho com 30 novilhas Nelore, alimentadas com níveis crescentes de torta de girassol (0, 15, 30, 45 e 60%) em substituição ao farelo de algodão, Alves et al. (2016) não observaram efeito no comprimento de carcaça. Da mesma forma, Fernandes et al. (2008) não observaram efeito da forragem (silagem de milho e cana-de-açúcar) no comprimento das carcaças de novilhas, machos castrados e machos não castrados da raça Canchim terminados em confinamento quando condicionaram o seu abate ao peso de 16 @ para os machos e 15 @ para as fêmeas, além de no mínimo 3 mm de EGS.

Testando níveis de inclusão de glicerina (0, 2 e 4%), Egea et al. (2014) observaram que não houve efeito das dietas no comprimento das carcaças de animais Limousin, abatidos após 240 dias de experimento. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que as dietas eram isoenergéticas e isoprotéicas, o que permitiu performance similar entre os animais avaliados.

#### 5.1.6 Medidas de Perna

De acordo com Silva Sobrinho (2001), a perna é o componente da carcaça que apresenta maior contribuição para seu peso, correlacionando-se positivamente com sua musculosidade e com um maior rendimento da fração comestível. Dessa forma, duas importantes medidas na avaliação de carcaças são o comprimento de perna, que corresponde à distância entre o ponto médio da articulação tarso-metatarsiana e o bordo anterior da sínfise ísquio-pubiana; e a espessura de coxão, distância entre as faces lateral e medial da porção superior do coxão (BRIDI e CONSTANTINO, 2009).

Em experimento com bovinos Nelore, Correia et al. (2016) observaram que a substituição do farelo de soja por torta de amendoim (coproduto da indústria de biodiesel) em

até 100% da MS de suas dietas, não teve influência sobre o comprimento de perna e a espessura de coxão, médias de 84,4 e 28,2 cm, respectivamente. Segundo Silva et al. (2015), a torta de amendoim tem composição química comparável ao farelo de soja, o que pode ter explicado os resultados encontrados.

Similarmente, testando formas de alimentação de raças europeias continentais Avilés et al. (2015) não observaram efeito dos tratamentos (dieta completa a base de palhada de aveia, silagem de milho e concentrado; ou ingredientes separados compostos de concentrado e palhada de aveia) no comprimento de perna e espessura de coxão. Comportamento semelhante foi obtido por Eiras et al. (2014) em experimento com novilhos Purunã (1/4 Aberdeen Angus + ¼ Caracu + ¼ Charolês + ¼ Canchim) recebendo níveis crescentes de glicerina (0, 6, 12 e 18%) em confinamento. Neste trabalho não houve efeito dos níveis de glicerina estudados no comprimento de perna (média de 65,2 cm), nem na espessura de coxão (média de 26,7 cm).

## 5.2 Características Qualitativas

### 5.2.1 Conformação

A conformação é uma avaliação subjetiva de carcaças, que as divide em cinco categorias: Côncavo (Co), Sub-retilíneo (Sr), Retilíneo (Re), Sub-convexo (22o) e Convexo (C), conforme pode ser observado na Figura 2. Esta avaliação demonstra o desenvolvimento das massas musculares, de maneira tal que as carcaças de melhor conformação apresentam menor relação ossos:porção comestível (FELÍCIO, 2010).



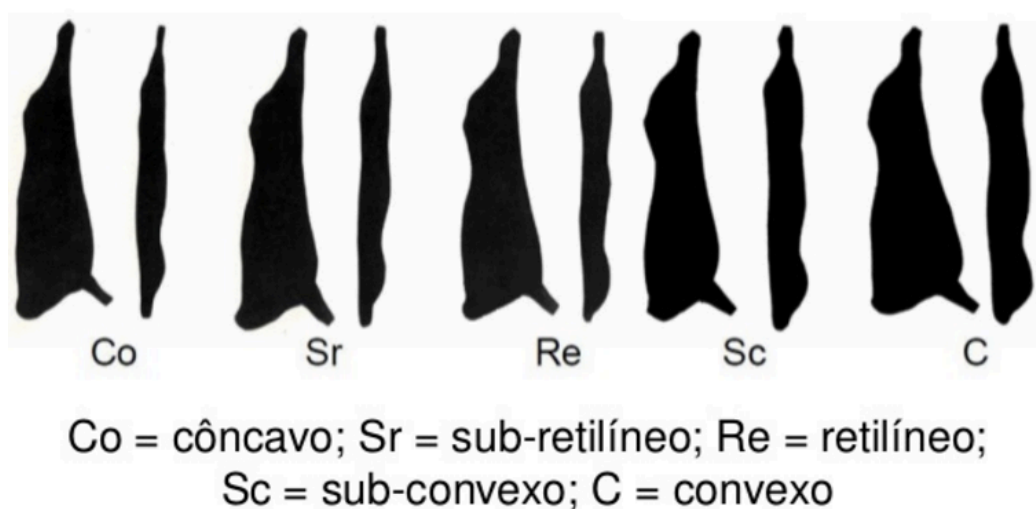


Figura 2. Escores de conformação da carcaça bovina (FELÍCIO, 2005).

Avaliando vacas de corte de descarte, Moura et al. (2013) observaram que as características de conformação e espessura de coxão apresentaram médias superiores para o grupo de vacas alimentadas com o equivalente a 1,62% de seu peso corporal de concentrado na dieta, em comparação àquelas que receberam 1,08% em concentrado. Este resultado foi explicado pelo fato da composição de ganho desta categoria animal ser majoritariamente na forma de tecido adiposo, o que favoreceu a deposição de gordura intermuscular de forma mais precoce nos animais recebendo mais concentrado, conferindo às suas pernas uma maior espessura de coxão e, conseqüentemente, refletindo numa melhor conformação.

Da mesma forma, Brondani et al. (2002), estudando a composição física e porção comestível da carcaça de machos de dois grupos genéticos alimentados com dois níveis de concentrado (12% e 32% de concentrado) e abatidos aos 13 meses de idade, observaram melhor conformação das carcaças dos animais que receberam maior nível energético, sendo classificadas como boa típica, mostrando que a musculatura se desenvolveu mais no nível energético mais elevado.

Por outro lado, dietas de composição semelhante tendem a resultar em carcaças com conformação parecida. Isto pode ser observado no trabalho de França et al. (2013), com novilhos Nelore recebendo níveis crescentes de glicerina bruta em suas dietas (0, 5 e 12% da MS). Nesta pesquisa, foi verificado que não houve efeito dos níveis de glicerina sobre a conformação das carcaças produzidas. Estes resultados estão de acordo com o que foi observado

por Mach et al. (2009) ao testarem níveis de inclusão de glicerina da ordem de 4, 8 e 12% na dieta de bovinos da raça Holandesa.

Em trabalho com novilhos cruzados (predominantemente Angus, Hereford e Nelore) terminados em pastagem de azevém e aveia mais suplementação concentrada, Lopes et al. (2008) observaram que a altura de manejo dos pastos (10, 20, 30 e 40 cm) não influenciou a conformação das carcaças produzidas. Há de se ressaltar que todos os animais foram abatidos após 125 dias de período experimental, o que deveria ter resultado em variações neste parâmetro devido às diferenças de composição na forragem ingerida. Entretanto, como os animais receberam suplementação concentrada equivalente 0,8% de seu peso corporal ao dia, podem ter havido efeitos associativos da interação forragem x suplemento, como os descritos por Moore et al. (1999), que contribuíram para os resultados encontrados.

### 5.2.2 Taxa de Marmoreio

A quantidade de gordura intramuscular ou gordura entremeada no músculo é responsável pela classificação da carne quanto à taxa de marmoreio, marmorização ou *marbling*. Este parâmetro é verificado com o auxílio de um padrão fotográfico, representando amostras de *longissimus* com variada quantidade e distribuição espacial das manchas marmorizadas (Figura 3).

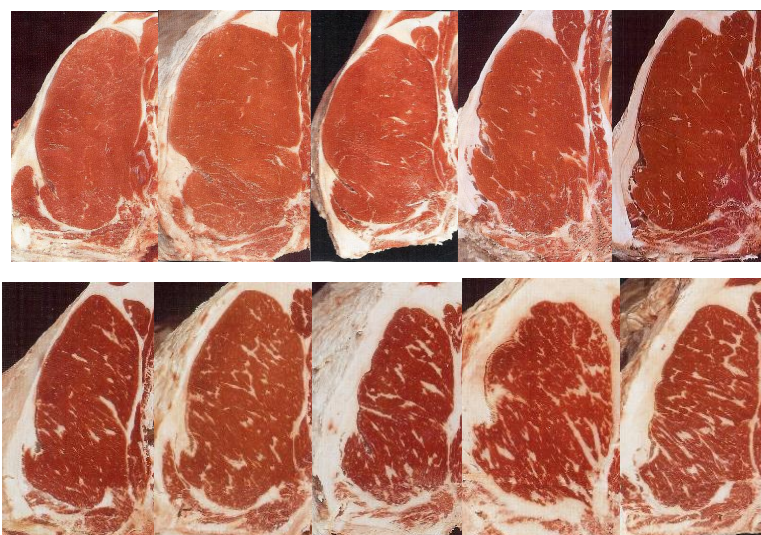


Figura 3. Padrão fotográfico para avaliar a taxa de marmoreio da carne bovina (AMSA, 2001).

No Brasil, a taxa de marmoreio não é muito utilizada como critério de avaliação de carcaças. No entanto, este parâmetro deve ser observado quando a carne é destinada a países como Estados Unidos, China e Japão, que têm preferência por carnes mais marmorizadas (ROTTA et al., 2009<sup>a</sup>), certamente devido a sua relação com características sensoriais agradáveis (COSTA et al., 2002).

Testando dietas com diferentes níveis de farelo de algodão e torta de girassol para novilhas Nelore confinadas, Alves et al. (2016) não observaram efeito na taxa de marmoreio, provavelmente devido à semelhança na densidade energética das dietas. A média encontrada para este atributo foi de 2,56, valor considerado inexpressivo de acordo com a AMSA (2001). Porém é importante ressaltar que este valor é esperado visto que as raças zebuínas apresentam menos gordura e mais tecido conectivo quando comparadas às raças europeias reconhecidamente produtoras de carnes mais marmorizadas (MOREIRA et al., 2003; ROTTA et al., 2009b)

Similarmente, ao trabalhar com bovinos F1 Zebu x Europeu alimentados com diferentes fontes de volumosos (feno de capim Bermuda ou silagem de sorgo) com ou sem a adição de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), Maggioni et al. (2009) observaram que não houve efeito dos tratamentos sobre o marmoreio. Neste trabalho, a invariabilidade da taxa de marmoreio frente aos tratamentos, provavelmente resultou da semelhança no percentual de NDT das dietas. Da mesma forma, não foram verificados efeitos na taxa de marmoreio na carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar (PRADO et al., 2012).

Avaliando o efeito das dietas sobre características de carcaça de bovinos europeus criados na Austrália, Pethic et al. (2001) observaram que apesar da análise do padrão de desenvolvimento corporal indicar que crescimentos reduzidos nos períodos que antecedem a fase de terminação resultam em menor grau de marmoreio, maiores impactos neste atributo ocorrem durante a fase de terminação. Isto ocorre por que a gordura é depositada mais intensamente na fase de engorda dos bovinos, após a o término da fase de crescimento, sofrendo influência do grupo genético e também da energia contida na dieta (FELÍCIO, 1993). Neste sentido, Pethic et al. (2002) observaram que a presença de gordura intramuscular é mais intensa nas carcaças provenientes de animais terminados em confinamento (ganhos de 1 a 1,8 kg/dia), quando comparada àquelas de mesmo peso, mas oriundas de animais terminados a pasto

(ganhos de 0,4 a 0,75 kg/dia) (Figura 4). Segundo os autores, há uma redução da ordem de 40% na gordura de marmoreio dos animais criados a pasto para cada 10 kg de carcaça quente ganhos.

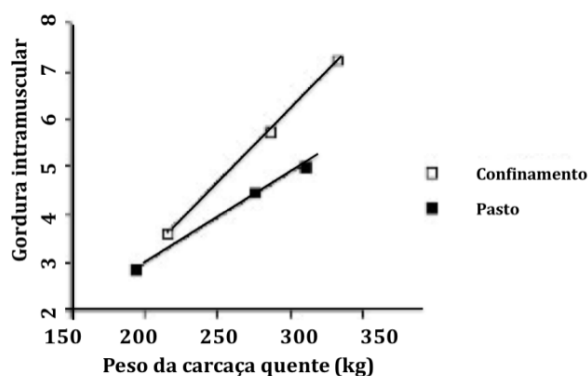


Figura 4. Relação entre o peso da carcaça quente e o percentual de gordura intramuscular em raças temperadas (Angus, Hereford, Shorthorn e MurrayGrey), terminados com 3 diferentes pesos, terminados a pasto ou em confinamento. Adaptado de Pethic et al. (2001).

### 5.2.3 Perda de Peso por Resfriamento

O resfriamento de carcaças é realizado para conservá-las através do retardamento de reações químicas, crescimento de microrganismos e diminuição da atividade de enzimas intrínsecas e extrínsecas. O rápido resfriamento das carcaças pode aumentar sua vida útil e diminuir as perdas de água por gotejamento e evaporação que oscilam entre 0,3 e 3% a depender de fatores relacionados à carcaça ou às condições dentro da câmara frigorífica (PARDI et al., 2001). Por outro lado, como visto na sessão que trata da EGS, um rápido resfriamento pode levar a problemas de encurtamento pelo frio.

Trabalhando com novilhos 5/8 Nelore x 3/8 Charolês, Arboitte et al. (2004) observaram que o peso ao abate tem relação direta com a perda por resfriamento, também chamado de quebra. Dessa forma, animais com maior peso corporal ao abate produziram carcaças menos propensas à quebra. As perdas observadas foram de 2,6; 2,0 e 2,1%, para os pesos de abate de 425, 467 e 510 kg, respectivamente. Este resultado foi atribuído à maior EGS dos animais mais pesados, que consumiram a mesma dieta que os outros tratamentos, porém por mais tempo. Este maior tempo no confinamento proporcionou maior quantidade de energia disponível para deposição de tecido adiposo.

Desta forma, o maior aporte de energia aos animais em terminação, seja por uma maior densidade energética da dieta ou por um maior tempo recebendo-a, resulta em uma redução na

eficiência de transformação de alimentos em ganho de peso magro. Portanto há o favorecimento de alterações na composição do ganho em peso, aumentando a intensidade de deposição de gordura (COSTA et al., 2002a; COSTA et al., 2002b).

Além das características de carcaça apresentadas até então, existem atributos qualitativos bastante importantes para o mercado da carne, pois estimulam os sentidos dos consumidores. A este conjunto de atributos que refletem a qualidade perceptível através de um ou mais órgãos dos sentidos, dá-se o nome de características organolépticas, tema apresentado na próxima sessão desta revisão.

## **6. Influência do tipo de alimentação sobre as características organolépticas da carne de bovinos de corte**

Segundo Felício (1997), a qualidade organoléptica da carne configura-se como uma das importantes considerações sobre qualidade que devem ser observadas. Além de apresentar adequada condição higiênico-sanitária, bom valor nutritivo e conveniência, o produto carne também deve ter características que façam com que o consumidor volte a consumi-lo com frequência. Aspecto visual atrativo, sabor agradável, consistência e suculência são fatores organolépticos que chamam a atenção do consumidor, tornando-o fiel àquele produto.

Nesta direção, o interesse em manipular os fatores de qualidade de carne tem aumentado as pesquisas acerca da relação entre o manejo animal e as características organolépticas da carne por eles produzida. A seguir, estão descritos os principais atributos organolépticos da carne bovina e a influência da alimentação sobre eles.

### **6.1 Cor**

A cor é um atributo chave para consumidores que compram carne *in natura*, sendo considerada a característica organoléptica mais importante observada no momento da compra e se constituindo como critério de seleção, exceto se outros fatores como o odor estejam intensamente alterados (WHITE et al., 2006). Carnes frescas com coloração vermelha brilhante são as preferidas, enquanto que carnes mais escuras geralmente são associadas a animais velhos

e, conseqüentemente, a menor maciez. No entanto, sabe-se que fatores como o manejo pré-abate e o pH final da carne têm influencia na cor da carne independentemente da idade do animal (RESTLE et al., 2002).

Segundo Carpenter, Cornforth e Whittier (2001), a cor marrom é universalmente conhecida como um importante indicador da deterioração da qualidade de carnes frescas. Ademais, a iridescência (aspecto brilhante semelhante à pena de pavão) é relacionada à presença de substâncias químicas indesejáveis e deterioração da carne. Todavia, este é um fenômeno físico atribuído à refração e difração ópticas que resulta da estrutura estriada dos músculos esqueléticos (MANCINI, 2007).

No Brasil, a cor está relacionada às melhores classificações de mercado (RAMOS e GOMIDE, 2007) e tem sido utilizada como importante parâmetro na indústria da carne. Desta forma, sabendo-se das associações feitas sobre o estado da carne a partir de sua cor, as determinações visuais são o padrão ouro para a avaliação de efeitos de tratamentos e a estimativa da percepção do consumidor (SUMAN e JOSEPH, 2013). Neste sentido, formas de avaliação da cor, tanto subjetivamente (por comparação com cores padronizadas), quanto objetivamente (por meio de colorímetros que avaliam a reflectância em 3 dimensões) têm sido utilizadas.

Recentemente, um trabalho comparando a utilização de colorímetros convencionais (Konica Minolta Chroma Meter CR-410 e Hunter MiniScan EZ) com aparelhos menores e mais baratos (Nix Color e Nix Color Pro) que podem ser acoplados a um aparelho celular, indica a viabilidade de seu uso em pesquisas sobre a cor da carne (HODGEN, 2016). Já no Brasil, Passetti et al. (2017) mostraram a viabilidade da utilização de imagens digitais como substitutas da avaliação visual *in loco* de amostras de carne bovina expostas em gôndolas. Estes resultados podem potencialmente melhorar a viabilidade desse tipo avaliação, devido a possibilidade de acesso remoto destes arquivos para serem avaliados por equipes de avaliadores já treinadas de qualquer lugar do globo.

O principal elemento responsável pela cor vermelha da carne proveniente de animais que passaram por uma sangria bem executada é a mioglobina (LIVINGSTON e BROWN, 1981). Esta proteína pode tornar a carne desde vermelho-cereja brilhante (carnes frescas) até marrom (carnes cozidas) a depender de fatores como a embalagem ou o processamento realizado na indústria (SUMAN e JOSEPH, 2013). Estas variações de coloração têm relação com os 4 estados de oxirredução que a hemoglobina pode assumir (Figura 5), onde a

deoximioglobina apresenta um aspecto vermelho arroxeadado, oximioglobina e a carboximioglobina um vermelho-cereja brilhante, enquanto que a metamioglobina uma cor marrom.

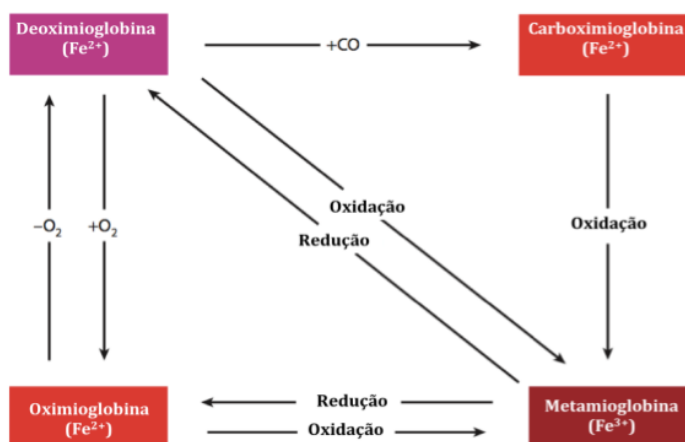


Figura 5. Formas oxirreduzidas da mioglobina em carnes frescas. Adaptado de (MANCINI e HUNT, 2005).

Em trabalho na Argentina, avaliando a cor da carne proveniente de bovinos europeus terminados exclusivamente a pasto, suplementados a pasto (0,7 ou 1% de seu peso corporal em concentrado) ou em confinamento, Latimori et al. (2008) observaram que não houve efeito dos tratamentos sobre este atributo. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Duckett et al. (2007) ao trabalhar com cruzamentos de Angus terminados a pasto ou confinados.

Similarmente, em trabalhos realizados no Brasil, utilizando-se coprodutos da indústria do biodiesel (torta de girassol e glicerina) para a alimentação de bovinos, foi observado que não houve efeito destes coprodutos na cor da carne (ALVES et al., 2016; EIRAS et al., 2009). Da mesma forma, Ribeiro et al. (2015) não observaram efeito da inclusão de monensina sódica, simbiótico ou a associação dos dois na coloração da carne proveniente de novilhas mestiças Angus. Destes trabalhos, somente este último avaliou o pH das amostras de carne que não diferiu, o que pode explicar a falta de variação na sua cor. Este também talvez tenha sido o motivo dos resultados encontrados nos trabalhos de Alves et al. (2016) e Eiras et al. (2009). Uma outra hipótese é o fato do teor de volumoso destes experimentos não variar em função dos tratamentos, o que deve ter resultado em similares concentrações de caroteno nas dietas. Tal pigmento, é naturalmente abundante nas forragens (KALAC e MCDONALD, 1981) e sua ingestão aumenta a estabilidade da cor da carne bovina (MURAMOTO et al., 2003).

Tabela 1. Sumário da pesquisa avaliando fatores nutricionais dos bovinos e seu efeito na cor a carne. (Adaptado de MANCINI e HUNT, 2005)

Publicação	Resultados/conclusões
French et al. (2000)	O pastejo aumenta o amarelamento da gordura subcutânea devido a uma maior quantidade de b-caroteno na pastagem do que nos concentrados. Não foram observados efeitos dietéticos sobre a cor <i>longissimus</i> .
French et al. (2001)	Quando se compara o acabamento do gado com forragem e concentrado, não ocorre nenhum efeito da dieta sobre a cor do <i>longissimus</i> . Foram observadas correlações significativas entre b* e pontuação de gordura de carcaça (0,29).
Vestergaard et al. (2000)	As dietas restritas à base de forragem promovem o metabolismo oxidativo, em vez do anaeróbio. Isto limitaria o armazenamento de glicogênio e resultaria numa cor mais escura em comparação com dietas concentradas <i>ad libitum</i> .
Lynch et al. (2002)	Os níveis de alfa-tocoferol no tecido adiposo são mais elevados em novilhas confinadas durante o inverno do que as que permanecem no pasto. Isto aumenta a estabilidade lipídica, o que pode melhorar a vida da cor <i>longissimus</i> .
Muramoto et al. (2003)	A coloração amarela dos músculos semimembranoso e <i>longissimus</i> de novilhos Kuroushi não é afetada pela suplementação de b-caroteno na dieta antes do abate (7500 mg / dia por 28 dias).
O'Sullivan et al. (2003)	Embora a dieta (alta forragem 30o. Concentrado <i>ad libitum</i> ) não tenha efeito sobre a cor dos bifes de <i>longissimus</i> embalados, as dietas a base de forragem melhoram a estabilidade da cor dos bifes embalados em atmosfera modificada rica em oxigênio.
Baublits et al. (2004)	A suplementação com casca de soja a pasto melhora a cor do músculo sem afetar a cor da gordura. O tamanho do animal (pequeno, médio ou grande) terá pouca influência na cor do músculo ou da gordura.
Bruce et al. (2004)	Comparado com novilhos terminados a pasto, o músculo dos novilhos terminados com concentrado é menos escuro e mais vermelho, o que pode ser atribuído à gordura subcutânea e ao resfriamento postmortem mais lento.

Em trabalho testando o efeito de dietas de terminação baseadas a pasto ou concentrado para bovinos Shorthorn Japonês, Muramoto et al. (2005) observaram que os valores espaciais de L\* (luminosidade), a\* (intensidade da cor vermelha) e b\* (intensidade da cor amarela) foram menores na carne dos animais terminados a pasto, o que significa que estes produziram uma carne mais escura. Avaliando tratamentos similares para animais em terminação, Realini et al.



(2004) verificaram que animais alimentados a pasto produziram uma carne com menor  $L^*$ , ou seja, mais escura, ao menos nessa dimensão.

Em extensa revisão sobre a pesquisa acerca da cor de carnes suína e bovina, Mancini e Hunt (2005) atribuíram os efeitos da dieta na cor da carne às alterações no armazenamento de glicogênio, taxa de resfriamento e acúmulo de antioxidantes. Todos estes fatores podem relacionar-se às características intrínsecas fundamentais da carne: pH, consumo de oxigênio e atividade de redução da metamioglobina (Tabela 1).

Dessa forma, os efeitos da alimentação na cor da carne bovina são dependentes de uma série de fatores extrínsecos e intrínsecos que refletem os diferentes resultados relatados na literatura. Ainda há necessidade de estudos visando elucidar os mecanismos contribuintes para os diferentes resultados apresentados. Segundo Murphy et al. (2015), para exemplificar, nem todas as dietas a base de forragem têm impactos iguais na cor final da carne.

## 6.2 Maciez e suculência

Dentre estas características organolépticas da carne, a maciez tem grande importância por ratificar se a escolha realizada pelo consumidor, avaliando seus aspectos visuais, olfativos e tácteis, foi bem sucedida. Dessa forma, carnes macias têm mais chances de serem preferidas pelos consumidores, determinando sua compra e consumo. A comprovação disso é que 36% dos consumidores ingleses afirmaram que pagariam US\$ 2,22 a mais por carnes comprovadamente mais macias (PEREIRA et al., 2012). Assim, a utilização de técnicas para avaliar a maciez, como a força de cisalhamento (*Warner-Bratzler Shear Force* – WBSF) ou análises subjetivas, que refletem positivamente na aceitabilidade pelos consumidores, são de suma importância visando um produto final de maior valor agregado.

Associada à maciez, pode-se destacar outro atributo bastante apreciado pelos consumidores de carne bovina – a suculência. Geralmente esta é avaliada subjetivamente através de painéis de degustação em que os avaliadores atribuem notas às amostras. Apesar da análise sensorial ser o único meio confiável para medir diretamente a suculência, a Capacidade de Retenção de Água (CRA) é comumente utilizada como um indicativo de suculência em amostras de carne crua (JUAREZ et al., 2012), por estar associada a esta sensação em carnes já

preparadas. Amostras com baixa CRA geralmente resultam em uma carne pouco suculenta e com maciez comprometida (MORENO et al., 2008).

Há de se ressaltar que tanto a maciez quanto a suculência, são influenciadas pelo pH da carne que, segundo Lawrie (2005) é determinado pela quantidade de ácido lático gerado através da glicólise anaeróbica, a partir do glicogênio muscular presente na hora do abate. Este processo bioquímico pode ser inibido se o glicogênio for consumido antecipadamente por fadiga, estresse ou inanição. Esta inibição resulta em carnes com maior pH e, de acordo com Felício (1997), isto culmina com menor reflexão da luz. Ademais, variações no pH estão associadas a condições extremamente indesejáveis nas carnes. Carnes com pH final após 24 horas de resfriamento acima de 6,2 indicam uma condição denominada DFD (do inglês *dark, firm and dry*), caracterizadas por cor escura, textura consistente e seca (elevada CRA) (SAÑUDO e OSÓRIO, 2004).

O ganho compensatório como meio de aumentar a maciez da carne demonstrou melhorar as características sensoriais sem modificar a força de cisalhamento de diferentes músculos (Therkildsen et al., 2008). Além disso, a alimentação com concentrado de alta energia é conhecida por aumentar os níveis de marmoreio quando comparada à alimentação a pasto. Porém, nem sempre as relações entre marmorização e suculência são observadas claramente (CROUSE et al., 1984; DINIUS e CROSS, 1978; FRENCH et al., 2000). Assim, para obter uma diferença na maciez existe a necessidade de grande diferença na qualidade e/ou quantidade das dietas testadas, a ponto de afetar a taxa de ganho em peso, o acabamento da carcaça e os níveis de marmoreio (BASARAB et al., 2007).

Neste sentido, avaliando a carne de novilhos de origem leiteira alimentados de maneira convencional (terminados com dieta completa com 80% de concentrado), orgânica ou orgânica a pasto, Bjorklund et al. (2014) observaram que não houve efeito das dietas sobre a WBSF, mas houve uma tendência de aumento deste indicador nas dietas com mais participação de forragem, o que relaciona estas dietas com carnes menos macias. Neste mesmo trabalho, a suculência foi avaliada através de análise sensorial e os melhores resultados foram dos animais alimentados de maneira convencional, seguidos dos animais no tratamento orgânico e, finalmente, dos animais criados exclusivamente a pasto.

Trabalhando com novilhos de diferentes grupos genéticos, Silva et al. (2014) verificaram que a inclusão do grão de milho (em substituição total do milho e parcial do farelo de soja) não influenciou na maciez da carne. Há de se ressaltar que as dietas foram

isonitrogenadas e isocalóricas, favorecendo a produção de carcaças com mesmo grau de marmoreio.

Já em trabalho com diferentes manejos nutricionais na fase de cria (a pasto ou suplementados com diferentes níveis de feno de alfafa e concentrado) e exclusivamente a pasto na fase de terminação, Pordomingo et al. (2012) sugeriram que o desempenho final seria mais importante do que a natureza da dieta durante as fases anteriores à terminação para garantir suculência e maciez ideais. Baixas taxas de ganho durante a recria não seriam totalmente compensadas durante uma fase de terminação a pasto, o que pode resultar numa carne mais magra, menos macia e menos suculenta.

### 6.3 Sabor e aroma

O sabor é um atributo complexo da palatabilidade da carne (CALKINS e HODGEN, 2007) que se relaciona complementarmente com o odor. Do ponto de vista fisiológico, o odor é a sensação que se percebe por meio das células receptoras olfativas quando estimuladas por substâncias voláteis. O aroma, por outro lado, também se percebe pelas células olfativas quando estimuladas por substâncias voláteis, mas passando pela boca, dessa forma podemos dizer que as sensações provocadas pelos aromas passam pelo paladar e olfato. Devido à dificuldade de avaliar separadamente o sabor, o odor e o aroma da carne, foi introduzida a denominação de “flavour” ou “flavor” para o conjunto de impressões olfativas e gustativas provocadas quando do seu consumo (OSÓRIO et al., 2009). De maneira geral, o aroma de carnes próprias para o consumo deve ser suave, agradável e característico, não apresentando odores amoniacais, sulfídricos ou de ranço (BRASIL, 1981), com seu sabor sofrendo influência de alterações em centenas de compostos presentes, procedimentos de cozimento, período de maturação, embalagem e condições de armazenamento (CALKINS e HODGEN, 2007; JELEN, 2012; LAWRIE, 2005).

As dietas consumidas pelos bovinos têm importante papel na composição do sabor das carnes produzidas por eles, desse modo trabalhos comparando animais alimentados com forragem ou com grãos demonstram esta relação. No entanto, também há pesquisas que mostram o contrário, como no trabalho de Missio et al. (2010) em que o aumento nos teores de concentrado nas dietas não influenciou esta característica.

Segundo Calkins e Hodgen (2007), a maioria das diferenças no sabor da carne bovina pode ser explicada pelos diferentes sistemas de produção que afetam o nível de ingestão de energia, dias de alimentação, taxa de crescimento, idade ao abate, deposição/composição de gordura e peso da carcaça. Segundo Van Elswyk e McNeill (2014) o sabor também varia dependendo do tipo e maturidade da forragem, raça, teor de gordura e taxa de marmoreio, daí a dificuldade em se comparar o sabor da carne de bovinos alimentados com diferentes dietas.

Em trabalho no Brasil, avaliando os efeitos da inclusão de torta de dendê (*Elaeis guineensis*) na alimentação de novilhos Nelore sobre as características sensoriais de sua carne, Santana Filho et al. (2016) verificaram que não houve efeito sobre o atributo sabor. Apesar de não terem avaliado o perfil de ácidos graxos das dietas, os autores esperavam a transferência do aroma e do sabor característico de dendê para a carne via ácidos graxos. Como o grau de marmoreio também não foi avaliado, os semelhantes teores de extrato etéreo do *longissimus* podem ser um indicativo de que o marmoreio não diferiu entre os tratamentos, explicando parcialmente o resultado encontrado.

Deve-se deixar claro que a aceitabilidade do sabor pode estar relacionada às preferências individuais ou culturais. Por exemplo, os consumidores dos EUA parecem preferir o sabor da carne provenientes de animais terminados com grãos (STEINBERG et al., 2009), enquanto os consumidores de outros países acham o sabor do animal alimentado com forragem preferível (SCOLLAN et al., 2006; SITZ et al., 2005). Melton et al. (1982) relataram que num painel de degustação com consumidores norte-americanos, os mesmos descreveram o sabor da carne de animais terminados a pasto, como pouco saborosa e com presença de *off-flavor* (sabor desagradável), o que os autores atribuíram à grande presença de ácido linoléico e ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (n-3) nesta carne. Além disto, outro problema de sabor da carne que, segundo Feijó (1999) é o maior deles, diz respeito à oxidação lipídica ou rancificação das gorduras. Este problema de deteriorização também é associado ao perfil de ácidos graxos das carnes, que ultimamente sofre efeito da alimentação dos animais.

## 7. Considerações Finais

A busca por maiores índices produtivos com vistas a suprir a demanda gerada na pecuária bovina, tem pressionado os produtores e a comunidade científica a monitorar

alterações fisiológicas decorrentes da exploração intensiva desses animais. Neste sentido, a análise dos níveis sanguíneos de metabólitos naturalmente presentes no organismo animal tem sido utilizada como forma de avaliar o perfil metabólico dos rebanhos, além de seu *status* nutricional. Indicadores do metabolismo proteico, energético e do funcionamento hepático são ferramentas úteis na avaliação dos bovinos, podendo ser utilizadas para tomadas de decisões frente às exigências impostas pela atividade pecuária atual.

A melhora que se almeja no que diz respeito às características de carcaça e carne de bovinos de corte tem influenciado a comunidade científica a procurar alternativas que se apliquem às diferentes realidades de cada sistema produtivo. A manipulação das dietas neste sentido tem sido muito estudada, mas sem que haja consenso em muitos dos resultados encontrados. No entanto, via de regra, dietas com maior densidade energética ou, ainda, manejos alimentares que permitam um maior aporte de nutrientes ao longo do tempo produzem carcaças e carnes com melhores características quantitativas e qualitativas. Por outro lado, dietas baseadas em forragens resultam em carnes com características organolépticas menos desejadas, devido ao *off-flavor* relacionado e, também, a sua cor mais escura. Ademais, os animais submetidos a estes tipos de dietas produzem carnes menos estáveis à oxidação, o que pode interferir negativamente em seu sabor final.

## REFERÊNCIAS

- ABDERHALDEN, E. Z. *physiol. Chem*, v. xxv, n. 25, p. 65, 1898.
- ABUTARBUSH, S. M.; RADOSTITS, O. M. Congenital nutritional muscular dystrophy in a beef calf. **The Canadian Veterinary Journal**, Toronto, v. 44, n. 9, p. 738-9, Set 2003.
- ADAMS, R. S. et al. Use and Limitations of profiles in assessing health or nutritional status of dairy herds. **Dairy Science Journal**, v. 61, n. 11, p. 1671-1679, 1978.
- ALEXANDRE, P. A. et al. Liver transcriptomic networks reveal main biological processes associated with feed efficiency in beef cattle. **BMC Genomics Journal**, Dec 2015.
- ALI, A. T. et al. Alkaline phosphatase is involved in the control of adipogenesis in the murine preadipocyte cell line, 3T3-L1. **Clinica Chimica Acta Journal**, v. 354, n. 1-2, p. 101-109, April 2005.
- ANDERSON, A. K.; GAYLEY, H. E.; PRATT, A. D. Studies on the Chemical Composition of Bovine Blood. **Journal of Dairy Science**, v. 13, n. 4, p. 336-348, July 1930.

- ANDRÉ, P. et al. Three-year increase of gamma-glutamyltransferase level and development of type 2 diabetes in middle-aged men and women: the D.E.S.I.R. cohort. **Diabetologia Journal**, v. 49, p. 2599–2603, 2006.
- ARTHINGTON, J. D.; CATTELL, M. B.; QUIEGLEY III, J. D. Effect of dietary IgG source (colostrum, serum, or milk-derived supplement) on the efficiency of Ig absorption in newborn Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1463–1467, 2000.
- ASIMWE, L. et al. Effect of days in feedlot on growth performance, carcass and meat quality attributes of Tanzania shorthorn zebu steers. **Tropical Animal Health Production**, v. 47, n. 5, p. 867–876, 2015.
- BALCOMB, C.; FOSTER, D. Update on the use of blood and blood products in ruminants. **Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice Journal**, v. 30, n. 2, p. 455–474, 2014.
- BARRINGTON, G. M.; PARISH, S. M. Ruminant immunodeficiency diseases. In: SMITH, B. P. **Large Animal Internal Medicine**. 3<sup>rd</sup>. ed. St. Louis: [s.n.], 2002. 1600–1602 p.
- BARTLEY, E. E. et al. Ammonia toxicity in cattle. I. Rumen and blood changes associated with toxicity and treatment methods. **Journal Animal Science**, v. 43, p. 835–841, 1976.
- BERNARDINI, D. et al. The effects of different environmental conditions on thermoregulation and clinical and hematological variables in long-distance road-transported calves. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1183–1191, 2012.
- BIDE, R. W. Metabolic Profiles of Beef Cattle — The Literature Contains Many Studies and a Great Deal of Data. **Canadian Veterinary Journal**, v. 19, n. 12, p. 344–345, 1978.
- BITMAN, J.; WOOD, D. L. Changes in milk fat phospholipids during lactation. **Dairy Science Journal**, v. 73, p. 1208–1216, 1990.
- BONILHA, S. F. M. et al. Feed efficiency, blood parameters, and ingestive behavior of young Nellore males and females. **Tropical Animal Health and Production**, 2015.
- BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Dairy Science Journal**, v. 80, p. 2964–2971, 1997.
- CABRAL, L. S. et al. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 2087–2098, 2000.
- CARDONA, J. A. et al. Effects of Supplementation with Protected Polyunsaturated Fatty acids on productive and hormonal parameters of embryo recipient Heifers. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 2, p. 150–158, 2016.
- CAVALCANTE, M. A. B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2200–2208, 2005.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details. **International Feed Research Unit**, 1992. 21p.

CHIGERWE, M.; TYLER, J. W. Serum IgG concentrations after intravenous serum transfusion in a randomized clinical trial in dairy calves with inadequate transfer of colostral immunoglobulins. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 24, n. 1, p. 231–234, 2010.

CHURCH, T. L.; BRUNNER, R. R.; JANZEN, E. D. A partial metabolic profile in a beef cow herd in which clinical hypocalcemia occurred. **Canadian Veterinary Journal**, v. 19, n. 4, p. 110-2, 1978.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F. H. D., et al. **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

CORDEIRO, M. B.; PERES, M. S.; SOUZA, J. M. Supplementation with sunflower seed increases circulating cholesterol concentration and potentially impacts on the pregnancy rates in *Bos indicus* beef cattle. **Theriogenology**, v. 83, p. 1461-1468, 2015.

DOORNENBAL, H.; TONG, A. K. W.; MURRAY, N. L. Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. **Canadian Veterinary Journal**, v. 51, n. 2, p. 99-105, 1988.

EARLEY, B. et al. The effect of transport by road and sea on physiology, immunity and behaviour of beef cattle. **Research Veterinary Science**, v. 92, p. 531–541, 2012.

EARLEY, B.; DRENNAN, M.; O'RIORDAN, E. G. The effect of road transport in comparison to a novel environment on the physiological, metabolic and behavioural responses of bulls. **Research in Veterinary Science**, v. 95, p. 811–818, 2013.

EARLEY, B.; O'RIORDAN, E. G. Effects on transporting bulls at different space allowances on physiological, hematological and immunological responses to a 12 h journey by road. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 45, p. 39 – 50, 2006.

FEITOSA, F. L. F.; BIRGEL, E. H. Variação da concentração de imunoglobulinas G e M, de proteína total e suas frações eletroforéticas e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo de vacas holandesas, antes e após o parto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 2, p. 11-116, 2000.

FERNANDEZ, J. M. et al. Subclinical ammonia toxicity in steers: effects on hepatic and portal-drained visceral flux of metabolites and regulatory hormones. **Journal Animal Science**, v. 68, p. 1726-1742, 1990.

GAIN, S. et al. Alteration in the activity of blood and milk leukocytes together with the serum enzyme profile during sub-clinical mastitis in cross-bred cows. **Indian Journal of Animal Sciences**, 85, n. 8, p. 856–860, 2015.

GONZÁLEZ, F. H. D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo da Faculdade Veterinária UFRGS**, v. 25, n. 2, 1997.

GONZÁLEZ, F. H. D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F. H. D. . B. J. . P. H. O. . R. L. A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS. 2000. 31-51 p.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte**. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000. 63-74 p.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. **Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional**. In: I SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 73-89, 2003.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 357 p.

GREGORY, L. et al. Valores de referência dos teores séricos de ureia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelos vírus da leucose dos bovinos. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 71, p. 339–345, 2004.

GRIFFIN, J. D.; LICHTENSTEIN, A. H. Dietary Cholesterol and Plasma Lipoprotein Profiles: Randomized-Controlled Trials. **Current Nutrition Reports**, v. 2, n. 4, p. 274–282, 2013.

GROSS, J. J. et al. Response of the cholesterol metabolism to a negative energy balance in dairy cows depends on the lactational stage. **PLoS ONE**, v. 10, n. 6, 2015.

GRUMMER, R. R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 3882–3896, 1993.

GRUNWALDT, E. G. et al. Biochemical and haematological measurements in beef cattle in Mendoza plain rangelands (Argentina). **Tropical Animal Health**, v. 37, n. 6, p. 527-540, 2005.

GUÉDON, L. et al. Serum cholesterol and triglycerides in postpartum beef cows and their relationship to the resumption of ovulation. **Theriogenology**, v. 51, p. 1400-1415, 1999.

GUEDON, L. et al. Serum cholesterol and triglycerides in postpartum beef cows and their relationship to the resumption of ovulation. **Theriogenology**, v. 51, n. 7, p. 1405–1415, 1999.

HANLEY, A. J. et al. Liver markers and development of the metabolic syndrome: the insulin resistance atherosclerosis study. **Diabetes**, v. 54, p. 3140–3147, 2005.

HENNESSAY, D. W.; NOLAN, J. V. Nitrogen kinetics in cattle fed a mature subtropical grass hay with and without protein meal supplementation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 39, n. 6, p. 1135 - 1150, 1988.

HEYMSFIELD, S. B. et al. Measurement of muscle mass in humans: validity of 24-hour urinary creatinine method. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 37, p. 487-494, 1983.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRISS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6 ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916 p.



- KENNEDY, W. L. et al. Studies on the Composition of Bovine Blood as Influenced by Gestation, Lactation, and Age. **Journal of Dairy Science**, v. 22, n. 4, p. 251-260, 1939.
- KESSLER, E. C. et al. Cholesterol Metabolism, Transport, and Hepatic Regulation in Dairy Cows during Transition and Early Lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 9, p. 5481–90, 2014.
- KNOWLES, T. G.; WARRISS, P. D. Stress physiology of animals during transport. In: GRADIN, T. **Livestock handling and transport**. Oxon: Cabi Publishing, 2000. 385-407 p.
- KOHN, R. **Use of milk or blood urea nitrogen to identify feed management inefficiencies and estimate nitrogen excretion by dairy cattle and other animals**. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 2007, Gainesville. **Anais...** Gainesville: University of Florida, 2007.
- LATIMER, K. S.; MAHAFFEY, E. A.; PRASSE, K. W. **Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical pathology**. 4 ed. [S.l.]: Blackwell publishing, 2003, 524 p.
- LEE, A. J. et al. Blood Metabolic Profiles: Their Use and Relation to Nutritional Status of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 61, n. 11, p. 1652-1670, 1978.
- LEHNINGER, A. L. **Biosíntese e atualização da energia das ligações de fosfato**. [S.l.]: Edgard Blucher LTDA, v. 2, 1995, 437-596 p.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 4a. ed. São Paulo: Sarvier, 2006, 1202 p.
- LEROY, J. L. M. R. et al. Dietary fat supplementation and the consequences for oocyte and embryo quality: hype or significant benefit for dairy cow reproduction? **Reproduction in domestic animals**, v. 49, p. 353-361, 2014.
- LOBATO, J. F. et al. Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 336-45, 2014.
- LORRAINE, M.; SORDILLO, M. S.; WILLIAM, R. Significance of Metabolic Stress, Lipid Mobilization, and Inflammation on Transition Cow Disorders. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 29, n. 2, p. 267–278, 2013.
- MISCHEKE, R. Plasma transfusion and automated plasmapheresis—possibilities and limitations for veterinary medicine. **The Veterinary Journal**, v. 169, n. 1, p. 12–14, 2005.
- NAYERI, S.; STOTHARD, P. Tissues, Metabolic Pathways and Genes of key Importance in Lactating Cattle. **Springer Science Reviews**, v.4, n. 2, p. 49-77, 2016.
- NERY, K. M. et al. Metabólitos Sanguíneos e Hormônios Calorigênicos de Vacas Leiteiras de Diferentes Grupos Genéticos em Ambiente Semi-Árido. **Revista Científica Produção Animal**, 12, n. 1, p. 10-14, 2010.
- ONTSOUKA, E. C.; ALBRECHT, C. Cholesterol transport and regulation in the mammary gland. **Journal of Mammary Gland Biol Neoplasia**, v. 19, p. 43–58, 2014.

ORSKOV, E. R.; MACLEOD, N. A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and its physiological and practical implications. **British Journal of Nutrition**, v. 47, p. 625-636, 1982.

PALMER, L. S.; ECKLES, C. H. Normal variation in the calcium content of the blood of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 13, n. 5, p. 351-359, 1930.

PASSETTI, R. A. et al. Validation of photographs usage to evaluate meat visual acceptability of young bulls finished in feedlot fed with or without essential oils. **Meat Science**, v. 123, p. 105-111, 2017.

PAYNE, J. M. The Compton Metabolic Profile Test. **Proceedings of the Royal Society of Medicine**, 65, n. 2, p. 181-183, 1972.

PAYNE, J. M. et al. The use of a metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, v. 87, n. 6, p. 150-158, 1970.

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. Oxford: Oxford University Press, 1987. 179 p.

PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil Metabólico Protéico e Energético na Avaliação do Desempenho Reprodutivo em Ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, 13, n. 3, p. 299-304, 2007.

QUIGLEY III, J. D. et al. Effects of a colostrum replacement product derived from serum on immunoglobulin G absorption by calves. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 7, p. 1936-1939, 1998.

RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. Concentração plasmática de ureia e excreções de ureia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1235-1243, 2000.

REYNOLDS, C. K. et al. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 1201-1217, 2003.

ROBINSON, C. S.; HUFFMAN, C. F. Studies on the chemical composition of beed blood: II The composition of the blood of dams and calves immediately after calving. **Journal of Biological Chemistry**, v. 67, n. 257, 1926.

RODRIGUES FILHO, M. et al. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura e soja terminados em confinamento **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p.54-66, 2013.

RUSSELL, K. E.; ROUSSEL, A. J. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practices**, v. 23, p. 403-426, 2007.

SILVA, F. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ITAVO, L. C. V.; VELOSO, C. M.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; SILVA, P. A.; GALVÃO, R. M. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1849-1864, 2002.

SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: I REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. p. 425-460.

SOUZA, R. M. et al. Influência do Puerpério e da Fase Pós-Puerperal na Função Hepática de Vacas da Raça Holandesa Criadas no Estado de São Paulo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 140-147, 2008.

STAPLES, C. R.; BURKE, J. M.; THATCHER, W. W. Influence of supplemental fats on reproductive issues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 856–871, 1998.

STEINBERG, E. L. et al. Case study: Production and consumer characteristics of pasture fed beef. **The Professional Animal Scientist**, p. 801–808, 2009.

THAMER, C. et al. Elevated serum ggt concentrations predict reduced insulin sensitivity and increased intrahepatic lipids. **Hormone and Metabolic Research**, v. 37, n. 4, p. 246-251, 2005.

THOMAS, J. S. Overview of plasma proteins. **Schalm's Veterinary Hematology**, Philadelphia, p. 891-898, 2000.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, Supply and Demand Data Statistics**, 2012. Disponível em: <[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_9-6-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_9-6-2012.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2016.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 14 dez. 2016a. Disponível em: <[http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)>.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 14 dez. 2016b. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>>.

VALADARES, R. F. D. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.

WEBBER, M. et al. Association between serum alkaline phosphatase and c-reactive protein in the United States National Health and Nutrition Examination Survey. **Clinical Chemistry Laboratory Medicine**, v. 48, p. 167–173, 2010.

WHITE, A. et al. Manipulation of the pre-rigor phase to investigate the significance of proteolysis and sarcômero length in determining the tenderness of bovine M. M. longissimus dorsi. **Meat Science**, v. 73, p. 204-208, 2006.

WITTWER, F. **Empleo de los perfiles metabólicos en el diagnostico de desbalances metabólicos nutricionales en el ganado**. [S.l.]: Buiatria, v. 2, 1995. 16-20 p.

WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZALEZ, F. H. D., et al. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 53-62 p.

ZAKI, S. M. et al. Effect of subclinical mastitis on some biochemical and clinico-pathological parameters in buffaloes. **European Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 3, n. 2, p. 200–204, 2008.

## Capítulo 2

---

Perfil metabólico de bovinos Nelore confinados

## Perfil metabólico de bovinos Nelore confinados

**Resumo** – Tendo em vista o potencial produtivo no que tange à pecuária de corte no Brasil, a busca pela intensificação da produção tem demandado cada vez mais do metabolismo animal. Por conseguinte, distúrbios metabólicos têm ocorrido com frequência, em decorrência de desbalanços nas taxas dos metabólitos. Neste contexto, o estudo aqui exposto visa avaliar o efeito das dietas e do manejo pré-abate no perfil metabólico de bovinos Nelore confinados. Para a execução deste experimento foram utilizados 25 machos não castrados, pesando  $380,2 \pm 28,7$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, recebendo dietas contendo 17, 34, 51 e 68% de concentrado mais uma dieta de manutenção, durante 112 dias. Amostras de sangue foram colhidas no 110º dia de experimento e também no 112º dia, no momento do abate, visando à análise de metabólitos sanguíneos num esquema de parcelas subdivididas. Adicionalmente, os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias. As diferentes dietas e/ou colheitas de sangue estudadas resultaram em alterações dos valores sanguíneos de todos os metabólitos avaliados, exceto ureia, nitrogênio uréico plasmático e globulina. Ademais, as concentrações séricas de colesterol, triglicérides e globulina, excederam o limite máximo preconizado pela literatura tanto na colheita pré-abate quanto na colheita durante a exsanguinação. Também foi observado que o estresse experimentado pelos animais ao longo de seu transporte e durante a linha de abate alteraram seu estado de homeostase. Isto resultou em animais desidratados e com seu metabolismo energético e proteico alterado, em resposta às mudanças fisiológicas sofridas. O que pode ser constatado pelo aumento nas concentrações de creatinina, ácido úrico, triglicérides, aspartato aminotransferase, gama glutamil transferase e, principalmente, glicose. Dessa forma, pode-se depreender que a concentração plasmática de glicose pode ser utilizada como indicador fisiológico de estresse em bovinos Nelore.

**Palavras-chaves:** bioquímica, concentrado, confinamento, energia, metabólitos, Nelore.

## **Metabolic profile of confined Nellore steers**

**Abstract** – Considering the Brazilian potential for beef cattle raising, the seek for a more intensive production has been demanding more of the animal metabolism. Therefore, metabolic disorders have occurred frequently, due to imbalances in metabolite rates. In this context, the present study aims to evaluate finishing diets with different levels of concentrate for confined Nellore cattle, regarding the effects on the characteristics of carcass and meat produced by them and their metabolic profile, as well as the effect of blood collection period (pre-slaughter or during exsanguination) in these parameters. For the execution of this experiment, 25 uncastrated males weighing  $380.2 \pm 28.7$  kg were used. The experimental design was a completely randomized design, with five treatments and two blood sampling periods, in a split-plot scheme. The animals received diets containing 17, 34, 51 and 68% of concentrate, plus a maintenance diet with 40% of concentrate and 60% roughage restricted to 1.2% of their live weight. For blood metabolites analysis, blood samples were drawn on the 110<sup>th</sup> four hours after the morning feeding time, and on the 112<sup>th</sup> day, during slaughter. Additionally, the data were submitted to analysis of variance using the Tukey test at 5% to compare the means. Differing diets and/or blood samples studied resulted in changes in blood values of all evaluated metabolites, except for urea, blood urea nitrogen and globulin. In addition, the serum levels of cholesterol, triglycerides and globulin exceeded the maximum limit recommended by the literature in both pre-slaughter and harvesting during exsanguination. It was also observed that the stress experienced by the animals during their transportation and during the slaughter line altered their state of homeostasis. This resulted in dehydrated animals and their altered energy metabolism in response to physiological changes. This can be evidenced by the increase in creatinine, uric acid, triglycerides, aspartate aminotransferase, gamma glutamyltransferase and, mainly, glucose concentrations. Thus, it can be deduced that the plasma glucose concentration can be used as a physiological indicator of stress in Nellore cattle.

**Keywords:** biochemistry, concentrate, energy, feedlot, metabolites, Nellore cattle.

## INTRODUÇÃO

Recentemente, o Brasil tem demonstrado grande relevância em âmbito mundial no que se refere à pecuária de corte, ocupando no ano de 2015, o segundo lugar no ranking de produção de carne, com 9,425 milhões de toneladas de equivalente carcaça de carne bovina (USDA, 2016). Além disto, o país é o segundo maior consumidor de carne bovina e terceiro maior exportador mundial, com 1,705 milhão de toneladas de equivalente carcaça exportada (USDA, 2016).

Dessa forma, a busca pela intensificação dos níveis produtivos com vistas a atender este mercado tem resultado na imposição de grandes desafios ao metabolismo animal. Dessa forma, a preocupação com o metabolismo animal e consequente possibilidade do surgimento de doenças, que são reflexo dos desbalanços nas taxas de metabólitos em virtude de fatores ambientais adversos (NERY et al., 2010), tem crescido.

A avaliação do perfil metabólico de um animal ou rebanho é uma ferramenta inicialmente concebida na década de 1970 visando monitorar a saúde metabólica do rebanho, auxiliar no diagnóstico de distúrbios metabólicos e doenças de produção em animais leiteiros (ADAMS et al., 1978; LEE e TWARDOCK, 1978; PAYNE, 1972; PAYNE et al., 1970). Similarmente, para bovinos de corte, Bide (1978) cita 12 importantes trabalhos entre os anos de 1946 e 1976, mas que apenas indicam valores de referência de alguns metabólitos sanguíneos, sem contudo traçar o perfil metabólico dos animais avaliados.

A bioquímica sanguínea reflete fielmente a situação metabólica dos tecidos animais, permitindo a avaliação de lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos e a adaptação do animal diante de desafios fisiológicos e nutricionais (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2002). Portanto, a avaliação de metabólitos sanguíneos que representem as principais rotas metabólicas do organismo animal tem sido utilizada para traçar o *status* nutricional de rebanhos, por meio da determinação de seu perfil metabólico. Isto se dá a partir do confronto dos resultados encontrados com valores de referência para aquela população, o que é compulsoriamente necessário (WITTEWER, 2000). Dessa forma, é possível determinar o *status* energético ou proteico do animal ou grupo de animais, podendo-se acrescentar também o estudo de indicadores da função hepática (GONZALEZ, 1997), objetivando a correta tomada de decisão quanto ao manejo a ser adotado.

A utilização de confinamentos para a terminação de bovinos de corte tem aumentado no



Brasil porque, dentre outros fatores, a taxa de ganho em peso é maior quando se utilizam dietas contendo concentrado ao invés de dietas somente à base de forragem (DUARTE et al., 2011). No entanto, deve haver uma sincronia ruminal entre a proteína e a energia para que o desempenho animal seja melhorado. Quando não há energia suficientemente disponível no ambiente ruminal, por exemplo, a amônia excedente atravessa a parede do rúmen e é capturada pelo sistema porta-hepático. No fígado, a amônia é metabolizada e convertida em ureia que será reciclada pela saliva ou por difusão através da parede do trato digestório ou, ultimamente, excretada via urina (VAN SOEST, 1994).

Segundo Lehninger (1995), existe um custo energético associado à conversão de amônia em ureia no fígado o que, do ponto vista econômico, não é interessante. Dessa forma, a avaliação de concentrações séricas de proteínas e compostos nitrogenados não proteicos nos fornecem informações importantes sobre a nutrição e o metabolismo proteico dos ruminantes. Tais informações, podem ser importantes para evitar problemas no desempenho produtivo e reprodutivo, bem como no meio ambiente como resultado do excesso de proteína na dieta ou desbalanços entre a proteína e a energia no rúmen (ALBINO et al. 2015; RUSSELL et al. 1992). Diante do contexto previamente exposto, este estudo foi desenvolvido para avaliar o efeito das dietas e do manejo pré-abate no perfil metabólico de bovinos Nelore confinados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), protocolo de número 23082.015634/2012-41, e realizado no Engenho Gambá, município de Tracunhaém, Zona da Mata pernambucana, localizado a uma altitude de 120 metros, latitude – 07° 48' 17" e longitude – 35° 14' 24", distante 48 km da capital Recife.

Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados, desverminados e suplementados com complexo vitamínico A, D e E e alojados em baias individuais cobertas com telha metálica e com piso de concreto, dotadas de comedouros e bebedouros individuais. Foram utilizados 25 bovinos machos, não castrados, da raça Nelore, com peso médio inicial de  $380,2 \pm 28,7$  kg. Após período de adaptação de 30 dias, em que receberam ração com relação volumoso:concentrado de 60:40, os animais foram distribuídos aleatoriamente, nos tratamentos

manutenção; 17; 34; 51 e 68% de concentrado, com base da matéria seca total da ração. A ração destinada à manutenção continha relação volumoso:concentrado de 60:40 e seu fornecimento foi restrito a 1,2% do peso corporal (PC). O concentrado foi composto por milho moído, farelo de soja, núcleo mineral, calcário e bicarbonato de sódio. Já o volumoso foi feno de capim tifton (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) corrigido para proteína bruta por uma mistura de nove partes de ureia para uma parte de sulfato de amônio, objetivando manter as rações isoproteicas. As proporções e composição química dos ingredientes utilizados nas rações encontram-se apresentadas na Tabela 1 e a composição química das rações na Tabela 2.

Tabela 1. Proporção e composição dos ingredientes das rações.

Ingrediente (% da MS)	Concentrado	Volumoso	
Milho em grão moído	83,30	-	
Farelo de soja	11,50	-	
Núcleo mineral*	3,00	-	
Calcário	1,20	-	
Bicarbonato de sódio	1,00	-	
Ureia	-	1,33**	
Sulfato de amônio	-	0,15**	
Feno de tifton	-	98,52	
Total	100,00	100,00	
Composição dos ingredientes (%)	Milho	Soja	Feno
Matéria seca	81,58	82,34	83,72
Proteína bruta	8,87	47,05	9,72
Fibra em detergente neutro	11,99	13,46	70,88

\* Fosbovi<sup>®</sup> Pronto – Níveis de garantia por quilograma do produto: Ca: 55 g; P: 45 g; S: 4120 mg; Na: 152 g; Co: 38,9 mg; Cu: 1050 mg; Fe: 1300 mg; I: 50,25 mg; Mn: 1000 mg; Se: 9 mg; Zn: 2520 mg; F: 450 mg.

\*\* Ingrediente utilizado para ajustar a proteína bruta do volumoso mantendo as dietas contendo concentrado isonitrogenadas.

O arraçoamento realizou-se duas vezes ao dia (às 8h e às 16h), sendo a quantidade ofertada ajustada a cada dois dias, permitindo 10,5% de sobras, exceto para o grupo manutenção.

Tabela 2. Composição química das rações utilizadas no experimento.

Composição	Nível de concentrado (%)			
	17	34	51	68
Matéria Seca (% MN)	83,64	83,43	83,22	83,02
Matéria Orgânica *	92,24	92,39	92,53	92,67
Proteína Bruta *	13,47	13,33	13,20	13,06
Extrato Etéreo *	2,20	2,43	2,65	2,88
Fibra em Detergente Neutro* <sup>1</sup>	59,92	50,01	40,10	30,19
Fibra em Detergente Ácido* <sup>1</sup>	31,18	25,39	19,60	13,81
Carboidratos Não Fibrosos*	18,98	28,71	38,45	48,18
Nutrientes Digestíveis Totais* <sup>2</sup>	59,92	58,47	59,66	66,36
Cálcio*	0,49	0,53	0,58	0,62
Fósforo*	0,21	0,25	0,29	0,33

\*(% MS)

<sup>1</sup>corrigido para cinzas e proteína;<sup>2</sup>Bezerra (2016).

Ao final dos 112 dias experimentais, os animais foram conduzidos por via rodoviária a um abatedouro particular localizado a 300 km do local do experimento. Após jejum de sólidos de 16 horas, os animais foram abatidos segundo recomendações da Instrução Normativa N° 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. A insensibilização se deu por método mecânico percussivo penetrativo, através de pistola pneumática com dardo cativo.

A primeira colheita de sangue ocorreu no 110º dia do experimento, 4 horas após o arraçoamento da manhã, por venopunção da jugular. A segunda colheita ocorreu no momento da exsanguinação no matadouro. Nas colheitas foram utilizados tubos vacuolizados de 5 mL, contendo o anticoagulante fluoreto de sódio e EDTA-K2 (BD Vacutainer®, Becton Dickinson, Juiz de Fora, MG) para a mensuração da glicose plasmática. Para as dosagens séricas de colesterol, triglicérides, uréia, albumina, proteína total, creatinina, ácido úrico, aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA) e gama glutamil transferase (GGT) foram colhidos 10 mL de sangue em tubos vacuolizados sem anticoagulante (BD Vacutainer®, Becton Dickinson, Juiz de Fora, MG). Todos os tubos foram centrifugados, por um período de 15 minutos a 500 G. As alíquotas de soro e plasma foram acondicionadas em microtubos do tipo Eppendorf® e armazenadas à temperatura de -20°C, para posteriores análises. Os metabólitos sanguíneos foram determinados em analisador bioquímico automatizado LABMAX 240 no

Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas de Ruminantes do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com exceção da concentração sérica da globulina (obtida pela diferença entre as concentrações de proteína total e de albumina) e também do nitrogênio ureico que foi obtido pelo produto da concentração de ureia pelo fator 0,4667.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, cinco repetições e duas colheitas de sangue, em esquema de parcelas subdivididas. Os dados foram submetidos à análise de variância e, para a comparação das médias foi realizado o teste de Tukey, utilizando-se o pacote estatístico SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), ao nível de 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Analisando os efeitos dos tratamentos sobre a concentração plasmática de glicose (Tabela 3), constatou-se que a média pré-abate (66,50 mg/dL) ficou dentro da faixa ótima recomendada por Kaneko et al. (2008). Apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos no período pré-abate, os animais que receberam a dieta com 68% de concentrado excederam o limite superior desta faixa (Tabela 3), provavelmente devido ao fato de que o incremento no teor de concentrado das dietas sem restrição causou um aumento no consumo de NDT de maneira linear e crescente (BEZERRA, 2016). Entretanto, na colheita de sangue durante a exsanguinação, a média na concentração plasmática de glicose (266,94 mg/dL) excedeu o limite máximo da faixa de referência em aproximadamente 3,5 vezes, ficando estatisticamente acima da média pré-abate. Nesta colheita, os tratamentos com 34, 51 e 68% de concentrado foram estatisticamente superiores aos tratamentos manutenção e 17% de concentrado. Já quando os períodos de colheita são desconsiderados, as médias entre os tratamentos sofreram efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) sem contudo, terem relação aparente com as dietas. Como a colheita na exsanguinação parece ter sofrido efeito do estresse experimentado pelos animais imediatamente antes do abate, é provável que este resultado represente muito mais a reatividade do animal frente ao agente estressor do que o efeito das dietas.

Tabela 3. Indicadores do metabolismo energético de bovinos Nelore confinados.

<b>Glicose (mg/dL)</b>											
<b>Períodos</b>	<b>Níveis de Concentrado (%)</b>					<b>Média</b>	<b>CV (%)</b>	<b>P-Valor</b>			<b>Faixa de referência+</b>
	<b>Mantença</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>68</b>			<b>TRAT</b>	<b>PER</b>	<b>T x P</b>	
Pré-abate	54,52aB	57,34aB	65,15aB	74,23aB	81,28aB	66,50B					
Exsanguinação	252,09bA	194,8bA	322,24aA	275,7aA	289,86aA	266,94A	15,10	<0,0001	<0,0001	0,0002	45 – 75
<b>Média</b>	153,3b	126,07c	193,69a	174,97ab	185,57a						
<b>Colesterol (mg/dL)</b>											
Pré-abate	132,06	110,16	138,41	144,86	134,74	132,05					
Exsanguinação	125,71	127,42	152,48	158,05	146,76	142,08	15,15	0,0079	0,0953	0,7295	80 – 120
<b>Média</b>	128,88ab	118,79b	145,44a	151,46a	140,75ab						
<b>Triglicérides (mg/dL)</b>											
Pré-abate	16,95aA	13,90aA	14,40aB	14,28aA	12,40aB	14,39B					
Exsanguinação	19,49aA	17,82aA	24,18aA	21,4aA	27,17aA	22,01A	24,59	0,3421	<0,0001	0,0303	0 – 14
<b>Média</b>	18,22	15,86	19,29	17,84	19,79						

TRAT = Tratamento; PER = Período; P x T = Interação Tratamento x Período; \* Segundo Kaneko et al. (2008). Médias maiúsculas diferentes seguidas em uma mesma coluna e minúsculas seguidas em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em estudo com bovinos transportados por 3 ou 16 horas e submetidos, posteriormente, a jejum por 3, 6, 12 e 24 h, Tadich et al. (2005) observaram que os animais submetidos ao percurso mais longo associado ao maior tempo de jejum apresentaram diminuição de sua glicemia. Segundo Moura (2011), um período de jejum que não exceda 12 horas não causa maiores alterações nas variáveis sanguíneas dos ruminantes, mas este jejum pode estar influenciado pelo transporte prévio dos animais e as condições físicas e ambientais em que estes se mantêm no período pré-abate. Dessa forma, como o jejum pré-abate no presente trabalho superou este tempo em 4 horas, era de se esperar uma diminuição na concentração plasmática de glicose, em relação à primeira colheita, o que não ocorreu.

Segundo Romero et al. (2017), durante as operações de pré-abate, mesmo em condições favoráveis, os animais são expostos a uma série de potenciais estressores que podem comprometer seu bem-estar, saúde e desempenho. Estes estressores incluem um maior manuseio e contato humano, transporte, carregamento e estabulação, mudança para ambientes diferentes ou desconhecidos, privação de alimentos e água, alterações nas condições climáticas, mudanças na estrutura social do rebanho devido à separação, mistura e aglomeração, além de exposição a ruídos e poluentes ambientais (MIRANDA-DE LA LAMA, VILLARROEL e MARIA, 2014). Tais estressores iniciam uma cascata de reações no organismo, com ativação do sistema nervoso simpático-adrenomedular e do eixo hipotálamo-hipófise-adrenocortical, causando um aumento nos níveis de catecolaminas e glicocorticóides, respectivamente (ERIKSEN et al., 2013).

Segundo Cafazzo et al. (2013), a glicose é um potencial indicador de estresse, correlacionando-se positivamente com o mesmo. Isto ocorre porque em resposta a uma situação estressante, a liberação do glicocorticóide cortisol resulta no aumento da concentração de glicose no plasma através do incremento na glicogenólise hepática e gliconeogênese (SHAW e TUME, 1992). Dessa forma, pode-se inferir que o transporte até o abatedouro e o manejo à linha de abate, provavelmente, aumentaram o nível de estresse dos animais. Esta mudança fisiológica resultou em uma glicemia aumentada, como resposta a potenciais situações de luta ou fuga, que demandam maior aporte energético para o trabalho muscular (BROWNING e LEITE-BROWNING, 2013).

Na análise do colesterol sérico não ocorreu efeito dos tratamentos ( $P > 0,05$ ), tanto no pré-abate como na exsanguinação, porém as médias obtidas para essas colheitas ficaram acima da faixa de normalidade para a espécie bovina (Tabela 3). Por outro lado, quando desconsideradas as colheitas, houve efeito das dietas sobre as médias deste metabólito. As médias dos grupos 34, 51, 68% de concentrado e manutenção foram estatisticamente semelhantes

entre si. A média do tratamento com 17% foi semelhante às do grupo manutenção e dos animais alimentados com 68%, sendo contudo, diferente das médias dos grupos 34 e 51% de concentrado.

As médias de colesterol encontradas foram semelhantes aos resultados encontrados anteriormente em trabalhos com bovinos no Brasil. Em experimento com machos Nelore de idade média de 24 meses, Benatti (2013) encontrou uma média de colesterol de 140 mg/dL a partir do 56º dia da entrada em sistema de confinamento.

Níveis elevados de colesterol têm sido associados à suplementação de fontes lipídicas na dieta de bovinos (ALVES et al., 2004; CARDONA et al., 2016; CORDEIRO et al., 2015). Porém, as dietas ofertadas no presente trabalho apresentaram baixo teor de extrato etéreo (Tabela 2). Dessa forma, é possível que os médias elevados de colesterol estejam fisiologicamente adequados para bovinos Nelore em ambiente tropical, mesmo quando comparados aos valores propostos por Kaneko et al. (2008), uma vez que estes autores utilizaram um banco de dados de animais de diferentes grupos genéticos, criados em ambientes diversos e sob manejos variados para chegar a uma faixa de referência para toda a espécie. Em seu trabalho, O'Kelly (1967) já evidenciava que as raças zebuínas sempre apresentam valores de colesterol mais elevados que as raças europeias, quando expostas a um mesmo ambiente.

A concentração sérica de triglicérides pré-abate ficou ligeiramente (2,8%) acima do limite superior da faixa de referência indicado na Tabela 3. Já na colheita realizada durante a exsanguinação, os animais apresentaram uma concentração sérica cerca de 57% acima do preconizado por Kaneko et al. (2008) – 22,01 vs. 14,00 mg/dL, o que fez as médias do pré-abate e da exsanguinação diferirem entre si ( $P < 0,05$ ). No entanto, em trabalho avaliando os parâmetros sanguíneos de 778 bovinos Nelores jovens, Bonilha et al. (2015) encontraram médias de concentração sérica de triglicérides variando de 12,92 a 23,28 mg/dL para os machos e uma média entre os dois sexos da ordem de 27,7 mg/dL.

Os mecanismos de resposta dos níveis séricos de triglicerídeos em bovinos em resposta ao estresse não são claros. Todavia, é sabido que em humanos, o tempo gasto para o desaparecimento de triglicerídeos injetados experimentalmente é maior em pacientes submetidos a situações estressantes (STONEY et al., 2002). No presente trabalho, os animais foram transportados por cerca de seis horas do local de experimento até o abatedouro por via rodoviária, para serem abatidos no dia seguinte. Deste modo, o estresse sofrido pelos animais

desde sua saída da fazenda até o momento do abate pode ter refletido no aumento da concentração sérica de triglicérides.

Quanto aos indicadores do metabolismo proteico ureia e nitrogênio ureico plasmático (NUP), não houve efeito dos tratamentos ou dos períodos sobre os mesmos ( $P>0,05$ ). Ademais, todas as médias obtidas neste trabalho ficaram dentro da faixa ótima para estes metabólitos, segundo Kaneko et al. (2008) (Tabela 4).

Tanto a concentração de ureia no plasma sanguíneo, quanto a concentração de NUP aparentemente tiveram uma correlação positiva com o consumo de N, pois, segundo Bezerra (2016), o consumo de PB apresentou comportamento linear e crescente em função do aumento dos níveis de concentrado nas dietas sem restrição. Segundo Van Soest (1994) estes metabólitos podem funcionar como indicativos da eficiência de utilização do N no rúmen. Estes parâmetros também podem ser utilizados para observação da relação proteína:energia das dietas (BRODERIK, 1995), apontando desbalanços ou o equilíbrio em suas proporções. Segundo Harmeyer e Martens (1980), a concentração de ureia plasmática está diretamente relacionada ao aporte proteico da dieta e também de sua digestibilidade. Como os níveis destes dois metabólitos estiveram dentro dos valores normais para a espécie bovina, pode-se inferir que mesmos os tratamentos com maiores teores de concentrado não excederam a capacidade de aproveitamento da proteína bruta consumida pelos animais avaliados.

Para a albumina, as médias obtidas no pré-abate e na exsanguinação não diferiram entre si ( $P>0,05$ ), assim como quando comparadas as médias dentro de um mesmo período. No entanto, houve efeito quando foram desconsideradas as colheitas e foram comparados somente as médias dos tratamentos ( $P<0,05$ ). Os tratamentos manutenção, 17, 34 e 51% de concentrado apresentaram as menores médias, diferindo estatisticamente do tratamento contendo 68% de concentrado. A média da albumina sérica entre todos os tratamentos (3,04 g/dL) encontra-se muito próxima da média obtida por Silva et al. (2008) em bovinos machos da raça Nelore terminados em confinamento ( $3,01 \pm 0,43$  g/dL).

Para a albumina, as médias obtidas no pré-abate e na exsanguinação não diferiram entre si ( $P>0,05$ ), assim como quando comparadas as médias dentro de um mesmo período. No entanto, houve efeito quando foram desconsideradas as colheitas e foram comparados somente as médias dos tratamentos ( $P<0,05$ ). Os tratamentos manutenção, 17, 34 e 51% de concentrado apresentaram as menores médias, diferindo estatisticamente do tratamento com 68% de concentrado.



Tabela 4. Indicadores do metabolismo protéico de bovinos Nelore confinados

Períodos	Ureia						CV (%)	P-Valor			Faixa de referência*
	Níveis de Concentrado (%)					Média		TRAT	PER	T x P	
	Mantença	17	34	51	68						
Pré-abate	47,29	48,02	44,89	42,02	50,97	46,64					
Exsanguinação	47,82	47,39	53,27	48,41	48,50	49,08	13,99	0,6278	0,2075	0,319	30,5 – 64,2
Média	47,55	47,71	49,08	45,22	49,73						
<b>Nitrogênio ureico plasmático (mg/dL)</b>											
Pré-abate	22,07	22,41	20,95	19,61	23,79	21,77					
Exsanguinação	22,32	22,12	24,86	22,59	22,63	22,90	13,99	0,6124	0,2053	0,314	14,2 – 30
Média	22,19	22,26	22,91	21,10	23,21						
<b>Albumina (g/dL)</b>											
Pré-abate	2,96	2,87	2,88	3,06	3,24	3,00					
Exsanguinação	2,94	2,98	3,17	2,97	3,32	3,07	5,95	0,0006	0,1623	0,2067	3,0-3,5
Média	2,95b	2,93b	3,02b	3,01b	3,28a						
<b>Globulina (g/dL)</b>											
Pré-abate	4,13	4,44	4,40	4,69	4,28	4,39					
Exsanguinação	4,01	4,61	4,98	4,83	4,52	4,59	12,06	0,0519	0,1974	0,7021	3,0 – 3,5
Média	4,07	4,52	4,69	4,76	4,40						
<b>Proteína total (g/dL)</b>											
Pré-abate	7,09	7,31	7,28	7,75	7,53	7,39					
Exsanguinação	6,95	7,59	8,15	7,80	7,83	7,66	7,27	0,0221	0,0845	0,3284	6,7 – 7,5
Média	7,02b	7,45ab	7,72ab	7,78a	7,68ab						
<b>Creatinina (mg/dL)</b>											
Pré-abate	2,30aA	1,71bA	1,78bA	1,6bA	1,70bA	1,82B					
Exsanguinação	2,01aA	1,83aA	2,12aA	1,88aA	2,03aA	1,97A	12,27	0,0017	0,0223	0,0213	1,0-2,0
Média	2,16a	1,77b	1,95ab	1,74b	1,86ab						
<b>Ácido úrico (mg/dL)</b>											
Pré-abate	0,79	0,89	0,79	0,82	1,20	0,90A					
Exsanguinação	2,05	1,67	2,31	1,79	1,98	1,96B	33,23	0,4889	<0,0001	0,3547	0 – 2
Média	1,42	1,28	1,55	1,31	1,59						

TRAT = Tratamento; PER = Período; P x T = Interação Tratamento x Período; \* Segundo Kaneko et al. (2008). Médias maiúsculas diferentes seguidas em uma mesma coluna e minúsculas seguidas em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A média da albumina sérica de todos os tratamentos (3,04 g/dL) encontra-se muito próxima da média obtida por Silva et al. (2008) em bovinos machos da raça Nelore terminados em confinamento ( $3,01 \pm 0,43$  g/dL).

Para a albumina, as médias obtidas no pré-abate e na exsanguinação não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ), assim como quando comparadas as médias dentro de um mesmo período. No entanto, houve efeito quando foram desconsideradas as colheitas e foram comparadas somente as médias dos tratamentos ( $P < 0,05$ ). Os tratamentos manutenção, 17, 34 e 51% de concentrado apresentaram as menores médias, diferindo estatisticamente do tratamento contendo 68% de concentrado. A média da albumina sérica dos tratamentos (3,04 g/dL) encontra-se muito próxima da média obtida por Silva et al. (2008) em bovinos machos da raça Nelore terminados em confinamento ( $3,01 \pm 0,43$  g/dL).

A albumina é um indicador do status proteico a longo prazo (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003). Portanto, para detectar mudanças significativas na concentração sérica de albumina é necessário o período de 30 dias, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação desta proteína em ruminantes (PAYNE e PAYNE, 1987). Essas mudanças podem refletir a quantidade de proteína na ração, a disponibilidade de aminoácidos, quadros de desidratação, perdas por parasitismo e a função hepática (GONZÁLEZ, 2000). Isso nos leva a inferir que os animais do presente estudo encontravam-se saudáveis e recebiam uma dieta bem balanceada.

Apesar de não sofrer influência nem dos tratamentos nem dos períodos ( $P > 0,05$ ), todas as concentrações médias de globulinas obtidas ficaram acima do limite de normalidade estabelecido por Kaneko (2008) (Tabela 4). Por outro lado, a média dos tratamentos (4,49 g/dL) ficou muito próxima ao valor máximo encontrado por Fagliari et al. (1998), que foi de 4,3 g/dL, para bovinos Nelore criados em sistema extensivo a pasto. Segundo Ramírez et al. (2001), pode-se atribuir os altos valores encontrados ao fato de que a concentração de globulinas é proporcionalmente maior do que a concentração de albumina nos animais em condições tropicais.

As médias de concentração da proteína sérica total antes do abate (Tabela 4), não variaram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), assim como na colheita realizada durante a sangria. A concentração de proteínas totais permanece relativamente constante devido ao fato de existir uma correlação negativa entre a concentração de albumina e a concentração de globulinas, o que pode ser observado neste trabalho. A média na concentração de albumina entre todos os tratamentos ficou no limite inferior da faixa de referência, enquanto que as médias nos teores de globulinas excederam o limite superior de sua faixa, resultando em equilíbrio dos níveis de

proteínas totais. Segundo Kaneko (2008), a diminuição das proteínas totais no sangue tem relação com deficiências proteicas da dieta, descartadas as causas patológicas, que parecem não ter ocorrido neste trabalho. Há de se ressaltar, entretanto, que as médias por tratamento (independentemente do período) foram estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ). Os resultados para os tratamentos manutenção, 17, 34, e 68% foram estatisticamente idênticos. Já o resultado do tratamento 51% foi semelhante aos tratamentos 17, 34 e 68% de concentrado, diferindo, contudo, do tratamento manutenção.

Quanto à creatinina, sua concentração média entre as colheitas variou ( $P < 0,05$ ), sendo maior nas amostras obtidas durante a exsanguinação. Quando comparadas as dietas durante a exsanguinação, não houve diferença estatística entre as mesmas. Já no pré-abate, houve diferenças de forma que os animais em manutenção apresentaram uma concentração média maior que os animais alimentados com as demais dietas (Tabela 4).

A creatinina é um metabólito formado durante o metabolismo da musculatura esquelética e, ao contrário da ureia, não é afetado pela dieta ou qualquer outro fator que afete o metabolismo hepático (KERR, 2003). Portanto, o nível sérico de creatinina pode ser utilizado para avaliar o funcionamento dos rins, baseado na habilidade do glomérulo de filtrar a creatinina (MEYER e HARVEY, 2004).

Segundo González et al. (2000), o aumento da creatinina sérica também pode observado em casos onde há lesões musculares contínuas. Como pode ser observado, a média na concentração de creatinina no pré-abate para os animais submetidos ao tratamento manutenção excedeu o limite máximo da faixa de referência para bovinos (2,30 vs. 2,0 mg/dL). Este resultado seria um indicativo de lesões musculares que, apesar de não terem sido visualmente evidentes, poderiam ser explicadas pelo fato dos animais neste tratamento estarem sempre forçando as divisórias das baias na tentativa de acessar o alimento ofertado nas baias adjacentes, ressaltando-se que os mesmos tinham um consumo de alimentos restrito a 1,2% de seu peso corporal. Quando observadas somente as médias das dietas (sem levar em conta a colheita) os animais em manutenção têm uma concentração sérica de creatinina semelhante aos animais nas dietas 34 e 68%, mas diferente dos animais recebendo 17 e 51% de concentrado. Isto pode ser explicado pelo fato de os animais estarem provavelmente desidrados após o transporte até o abatedouro e no percurso à linha de abate, o que resulta em menor filtração glomerular e consequente aumento na concentração de creatinina no sangue.

Não houve efeito das dietas sobre as médias de concentração sérica do ácido úrico ( $P>0,05$ ), no entanto foi observado efeito do período ( $P<0,05$ ) sobre este metabólito sem, contudo, exceder os valores da faixa de referência para a espécie bovina (Tabela 4). Os resultados encontrados devem-se ao fato de que, em ruminantes saudáveis, este composto nitrogenado ocorre em pequenas quantidades no sangue porque é convertido em alantoína pela ação da enzima uricase (LEHNINGER, 1995). Na colheita realizada durante a sangria, não houve efeito das dietas sobre nenhuma das variáveis relacionadas ao metabolismo proteico ( $P>0,05$ ) (Tabela 4). Além disto, a grande maioria das médias entre os tratamentos ficou dentro da faixa normal para os bovinos, exceto a média de concentração sérica de globulina (4,6 g/dL) e de proteína total (7,7 g/dL) que excederam seus limites máximos.

Por serem indicadores da homeostase proteica, as concentrações séricas de proteína total, juntamente as de globulinas, podem ser consideradas marcadores eficientes de desidratação (EARLEY et al., 2013). Dessa forma, a hiperproteinemia e hiperglobulinemia observadas durante o abate indicam um quadro de desidratação dos animais. Esta situação corrobora com o observado em outros trabalhos que mostram que situações de estresse, como no transporte rodoviário resultam em animais desidratados e com os valores de proteínas séricas totais aumentados (EARLEY e O'RIORDAN, 2006; EARLEY et al., 2012; EARLEY et al., 2013; KNOWLES et al., 2000).

As médias dos indicadores do funcionamento hepático AST, FA e GGT antes do abate estão representados na Tabela 5. Para a AST houve efeito das dietas sobre sua concentração, de maneira que o tratamento mantença diferiu dos tratamentos 17, 34 e 68%, mas manteve-se estatisticamente semelhante ao tratamento 51%; que por sua vez foi semelhante a todos os demais. Também houve efeito da colheita sobre este indicador da função hepática, resultando em uma média 68% maior durante a exsanguinação, em comparação ao pré-abate, sem contudo, exceder o limite superior da faixa de referência para o mesmo.

Segundo González e Silva (2008), o exercício físico intenso é um dos principais causadores do aumento da AST. Desta forma, é possível que o percurso da fazenda até o local de abate possa ter provocado o aumento desta enzima nos animais avaliados.

Para a FA, não houve efeito das colheitas sobre suas concentrações (Tabela 5). No entanto, quando comparadas as médias das dietas independentemente da colheita ter sido realizada no pré-abate ou na hora da sangria, pôde-se observar que as dietas com 34, 51 e 68% de concentrado apresentaram os maiores valores para este indicador, seguidos dos animais

submetido à dieta com 17% de concentrado. Por fim, os animais que receberam a dieta de manutenção apresentaram a menor média de FA, que foi diferente de todas as outras dietas.

A FA é uma enzima de membrana responsável por catalisar a hidrólise alcalina de uma imensa gama de substratos. Tal enzima é encontrada no fígado, túbulos renais, intestino e tecido ósseo (LATIMER et al., 2003). Portanto, a FA é utilizada como marcador bioquímico no diagnóstico da osteoporose, disordens hepatobiliares e na síndrome do fígado gorduroso (ALI et al., 2005; HANLEY et al., 2005; WEBBER et al., 2010). Segundo Meyer e Harvey (2004), a diminuição ou interrupção do fluxo da bile, conhecida como colestase, resulta numa elevada produção de FA em todas as espécies. Portanto, é possível que os maiores valores de FA nos animais recebendo mais concentrado seja resultante de algum distúrbio hepático não detectado (forma sub-clínica), causado pela grande metabolização de nutrientes no fígado dos mesmos.

Os dados referentes à concentração da gama glutamiltransferase (GGT) estão apresentados na Tabela 5. Pode-se observar que houve efeito da colheita sobre sua concentração sérica, de maneira tal que a média da colheita realizada durante a sangria foi maior que a média do pré-abate ( $P < 0,05$ ). Este resultado pode ter relação com as mudanças fisiológicas enfrentadas nas horas que precederam o abate dos animais. Quando observadas somente as dietas, é possível notar que os animais recebendo a dieta de manutenção tiveram maior concentração de GGT que os animais recebendo 68% de concentrado. Por outro lado, as dietas intermediárias refletiram concentrações intermediárias desta enzima, que foram estatisticamente semelhantes tanto para os animais na dieta manutenção, quanto para os animais na dieta de 68% de concentrado.

Tabela 5. Indicadores do funcionamento hepático de bovinos Nelore confinados

<b>Aspartato Aminotransferase (U/L)</b>											
Períodos	Níveis de Concentrado (%)					Média	CV (%)	P-Valor			Faixa de referência+
	Mantença	17	34	51	68			TRAT	PER	T x P	
Pré-abate	54,86	80,77	76,30	73,95	83,19	73,81B					
Exsanguinação	96,76	141,48	144,37	112,18	125,47	124,05A	20,90	0,0020	<0,0001	0,4038	0 – 132
Média	75,81b	111,13a	110,33a	93,06ab	104,33a						
<b>Fosfatase Alcalina (U/L)</b>											
Pré-abate	107,51	144,99	154,15	189,56	200,74	159,39					
Exsanguinação	83,47	154,21	166,90	183,99	175,82	152,88	14,55	<0,0001	0,3167	0,2112	0 – 196
Média	95,49c	149,6b	160,53a	186,78a	188,28a						
<b>Gama-Glutamiltransferase (U/L)</b>											
Pré-abate	24,20aB	30,89aA	20,77aA	18,97aB	20,85aA	23,13B					
Exsanguinação	39,30aA	21,27bA	28,15abA	32,65abA	23,91bA	29,05A	22,78	0,0167	0,0011	0,0002	0 – 39
Média	31,75a	26,08ab	24,46ab	25,81ab	22,38b						

TRAT = Tratamento; PER = Período; P x T = Interação Tratamento x Período; \* Segundo Kaneko et al. (2008). Médias maiúsculas diferentes seguidas em uma mesma coluna e minúsculas seguidas em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Portanto, como a GGT indica problemas hepáticos, animais que apresentam uma sobrecarga hepática causada pela mobilização exacerbada de lipídeos têm seus níveis desta enzima aumentados. Isto pode ter ocorrido com os animais submetidos à dieta restrita em 1,2% de seu peso corporal. Há de se ressaltar, porém, que nenhuma das médias obtidas ficaram fora da faixa de referência para a espécie bovina.

## CONCLUSÕES

As diferentes dietas e/ou colheitas de sangue estudadas resultam em alterações dos valores sanguíneos de todos os metabólitos avaliados neste trabalho, exceto ureia, NUP e globulina. Ademais, as concentrações séricas de colesterol, triglicérides e globulina, excederam o limite máximo preconizado pela literatura tanto na colheita pré-abate, quando na colheita durante a exsanguinação. Diferentemente, a concentração plasmática de glicose só excedeu o limite superior de sua faixa de referência na colheita realizada durante a sangria.

Por outro lado, o estresse experimentado pelos animais ao longo de seu transporte e no percurso à linha de abate alteraram seu estado de homeostase. Isto resultou em animais desidratados e com seu metabolismo alterado, em resposta às mudanças fisiológicas sofridas, o que pode ser constatado pelo aumento nas concentrações de creatinina, triglicérides, AST, GGT e ácido úrico.

Além do mais, foi possível perceber um grande aumento na concentração plasmática de glicose na colheita realizada durante a exsanguinação. Portanto, este metabólito pode ser utilizado como indicador fisiológico de estresse em bovinos Nelore.

Apesar da variação na densidade energética das dietas, os animais não apresentaram distúrbios metabólicos aparentes. Por conseguinte, as dietas avaliadas podem ser recomendadas para bovinos Nelore confinados sem prejuízo ao seu metabolismo.

## REFERÊNCIAS

ABUTARBUSH, S. M.; RADOSTITS, O. M. Congenital nutritional muscular dystrophy in a beef calf. **The Canadian Veterinary Journal**, Toronto, v. 44, n. 9, p. 738-739, 2003.

ADAMS, R. S. et al. Use and Limitations of profiles in assessing health or nutritional status of dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 61, n. 11, p. 1671-1679, 1978.

ALBINO, R. L. et al. Mammary gland development of dairy heifers fed diets containing increasing levels of metabolisable protein: metabolisable energy. **Journal of Dairy Research**, v. 82, n. 1, p. 113–120, 2015.

ALI, A. T. et al. Alkaline phosphatase is involved in the control of adipogenesis in the murine preadipocyte cell line, 3T3-L1. **Clinica Chimica Acta Journal**, v. 354, n. 1-2, p. 101–109, 2005.

ALVES, M.; GONZÁLEZ, F.; CARVALHO, N. Feeding dairy cows with soybean by-products: effects on metabolic profile. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 239-243, 2004.

BENATTI, L. A. **Marcadores fisiológicos do estresse e perfil metabólico de bovinos das raças Curraleiro Pé-Duro, Pantaneiro e Nelore em confinamento experimental**. [S.l.]: [s.n.], 2013. 126 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

BEZERRA, J. G. **Desempenho produtivo de bovinos Nelore confinados**. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016.

BIDE, R. W. Metabolic Profiles of Beef Cattle — The Literature Contains Many Studies and a Great Deal of Data. **Canadian Veterinary Journal**, v. 19, n. 12, p. 344–345, 1978.

BONILHA, S. F. M. et al. Feed efficiency, blood parameters, and ingestive behavior of young Nelore males and females. **Tropical Animal Health and Production**, v.47, n.7, p. 1381-9, 2015.

BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n.11, p. 2964-2971, 1997.

BROWNING, R. J.; LEITE-BROWNING, M. L. Comparative stress responses to short transport and related events in Hereford and Brahman steers. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 2, p. 957–969, 2013.

CAFAZZO, F. et al. Effect of short road journeys on behaviour and some blood variables related to welfare in young bulls. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 139, n. 1-2, p. 26–34, 2012.

CARDONA, J. A. et al. Effects of Supplementation with Protected Polyunsaturated Fatty acids on productive and hormonal parameters of embryo recipient Heifers. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 2, p. 150-158, 2016.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F. H. D., et al. **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 23-30.



CORDEIRO, M. B.; PERES, M. S.; SOUZA, J. M. Supplementation with sunflower seed increases circulating cholesterol concentration and potentially impacts on the pregnancy rates in *Bos indicus* beef cattle. **Theriogenology**, v. 83, n. 9, p. 1461-1468, 2015.

DUARTE, M. S. et al. Performance and meat quality traits of beef heifers fed with two levels of concentrate and ruminally undegradable protein. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n.4, p. 877-886, 2011.

EARLEY, B. et al. The effect of transport by road and sea on physiology, immunity and behaviour of beef cattle. **Research in Veterinary Science**, v. 92, n. 3, p. 531-541, 2012.

EARLEY, B.; DRENNAN, M.; O'RIORDAN, E. G. The effect of road transport in comparison to a novel environment on the physiological, metabolic and behavioural responses of bulls. **Research in Veterinary Science**, v. 95, n. 2, p. 811-818, 2013.

EARLEY, B.; O'RIORDAN, E. G. Effects on transporting bulls at different space allowances on physiological, hematological and immunological responses to a 12 h journey by road. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 45, n.1, p. 39 - 50, 2006.

ERIKSEN, M. S. et al. Mobile abattoir versus conventional slaughterhouse - Impact on stress parameters and meat quality characteristics in Norwegian lambs. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 149, n. 1-4, p. 21-29, 2013.

FAGLIARI, J. J. Constituintes sanguíneos de bovinos lactentes, desmamados e adultos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bos bubalis*) da raça Murrah. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, n. 3., p. 263-271, 1998.

GONZÁLEZ, F. H. D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo da Faculdade Veterinária UFRGS**, v. 25, n. 2, 1997.

GONZÁLEZ, F. H. D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F. H. D. . B. J. . P. H. O. . R. L. A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS. 2000, 31-51 p.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte**. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000. 63-74 p.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: I SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2003, [S.l.]. **Anais...**, [S.l.]. 2003. p. 73-89.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 357 p.

GONZÁLEZ, F. H.; DA SILVA, S. C. **Patologia clínica veterinária: texto introdutório**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 342 p.

GONZÁLEZ, F. H.; SCHEFFER, J. F. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: 29º CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA. 2002. Gramado. **Anais...** Gramado, 2002, p. 5-17.

- HANLEY, A. J. et al. Liver markers and development of the metabolic syndrome: the insulin resistance atherosclerosis study. **Diabetes**, v. 54, n.11, p. 3140–3147, 2005.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Cattle**, v. 63, n.10, p. 1707-1728, 1980.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRISS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916 p.
- KERR, G. M. **Exames laboratoriais em Medicina Veterinária**. São Paulo: Roca, 2003. 436 p.
- KNOWLES, T. G.; WARRISS, P. D. Stress physiology of animals during transport. In: GRADIN, T. **Livestock handling and transport**. Oxon: Cabi Publishing. 2000. 385-407 p.
- LEE, A. J. et al. Blood Metabolic Profiles: Their Use and Relation to Nutritional Status of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 61, n. 11, p. 1652-1670, 1978.
- LEHNINGER, A. L. **Biossíntese e atualização da energia das ligações de fosfato**. [S.l.]: Edgard Blucher LTDA, v. 3, 1995. 437-596 p.
- LOMBARDI, C. T. et al. Growth performance, body composition, carcass traits and meat quality of young Nelore bulls fed freshly cut or ensiled sugar cane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 219, p. 102–110, 2016.
- MEYER, D. J.; HARVEY, J. W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation & diagnosis**. 2 ed. Philadelphia: Saunders. 2004. 351 p.
- MIRANDA-DE LA LAMA, G. C.; VILLARROEL, M.; MARÍA, G. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: A review. **Meat Science**, v. 98, n. 1, p. 9–20, 2014.
- MOURA, S. V. Reatividade Animal e indicadores fisiológicos de estresse: avaliação das suas relações com a qualidade final da carne bovina em distintos períodos de jejum pré-abate. 2011. 55 f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.
- NERY, K. M. et al. Metabólitos Sanguíneos e Hormônios Calorigênicos de Vacas Leiteiras de Diferentes Grupos Genéticos em Ambiente Semi-Árido. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 10-14, 2010.
- O'KELLY, J. C. The concentration of lipids in the plasma, liver and bile of genetically different types of cattle. **Comparative Biochemistry and Physiology**, p. 491-500, 1974.
- PAYNE, J. M. The Compton Metabolic Profile Test. **Proceedings of the Royal Society of Medicine**, v. 65, n. 2, p. 181-183, 1972.
- PAYNE, J. M. et al. The use of a metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, v. 87, n. 6, p. 150-158, 1970.
- PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

- RAMÍREZ, R. M. Relación albumina: globulina plasmáticas en tres épocas Del año en vacas de la raza Carora Del estado Lara-Venezuela. **Gaceta de Ciencias Veterinarias**, v. 7, n. 1, 2001.
- REYNOLDS, C. K. et al. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1201-1217, 2003.
- ROMERO, M. H. et al. Conventional versus modern abattoirs in Colombia: Impacts on welfare indicators and risk factors for high muscle pH in commercial Zebu young bulls. **Meat Science**, v. 123, p. 173–181, 2017.
- RUSSEL, J. B.; O'CONNORONNOR, J. D.; FOX, D. G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551–3561, 1992.
- SHAW, F. D.; TUME, R. K. The Assessment of Pre-slaughter and Slaughter Treatments of Livestock by Measurement of Plasma Constituents--A Review of Recent Work. **Meat Science**, v. 32, p. 311-329, 1992.
- SILVA, E. B. et al. Característica leucocitária, relação albumina/globulina, proteína plasmática e fibrinogênio de bovinos da raça Nelore, confinados e terminados a pasto. **Ciência Rural**, Santa Maria, 38, n. 8, p. 2191-2196, 2008.
- STONEY, C. M. et al. Acute psychological stress reduces plasma triglyceride clearance. **Psychophysiology**, v. 39, n. 1, p. 80-5, 2002.
- TADICH, N. et al. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. **Livestock Production Science**, v. 93, n. 3, p. 223-233, 2005.
- THOMAS, J. S. Overview of plasma proteins. **Schalm's Veterinary Hematology**, Philadelphia. 2000. 891-898 p.
- USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 14 dez. 2016a. Disponível em: <[http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)>.
- USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 14 dez. 2016b. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>>.
- VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, A. S.; CHIZZOTTI, M. L. CQBAL 3.0, 2015. Disponível em: <<http://cqbal.agropecuaria.ws/webcqbal/index.php>>. Acesso em: 03 set. 2015.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2 ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.
- WEBBER, M. et al. Association between serum alkaline phosphatase and c-reactive protein in the United States National Health and Nutrition Examination Survey. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 48, n. 2, p. 167–173, 2010.
- WITTEWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZALEZ, F. H. D., et al. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 53-62 p.

### **Capítulo 3**

---

Características de carcaça e carne de bovinos Nelore confinados

## Características de carcaça e carne de bovinos Nelore confinados

**Resumo** – Objetivou-se avaliar o efeito de níveis de inclusão de concentrado na dieta de bovinos Nelore em confinamento sobre as características de carcaça e carne, assim como correlacionar estes parâmetros com a concentração sanguínea de indicadores bioquímicos. Foram utilizados 20 machos não castrados pesando  $397,80 \pm 31,31$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, recebendo dietas contendo 17, 34, 51 e 68% de concentrado durante 112 dias. O consumo de matéria seca apresentou comportamento linear crescente, o que refletiu sobre os pesos de abate, carcaça quente, carcaça fria e rendimento de carcaça fria. Os níveis de concentrado nas dietas não influenciaram as características morfométricas e qualitativas das carcaças avaliadas, exceto a espessura de gordura subcutânea, que apresentou comportamento linear crescente. Os pesos dos principais cortes cárneos comerciais aumentaram linearmente e as perdas por cocção apresentaram efeito linear decrescente com a inclusão de concentrado na dieta. Os parâmetros de carcaça e carne foram correlacionados com as concentrações dos metabólitos sanguíneos glicose, colesterol, triglicérides, ureia, nitrogênio ureico proteico, albumina, globulina, proteína total, creatinina, ácido úrico, aspartato aminotransferase, fosfatase alcalina e gama glutamiltransferase. Níveis crescentes de concentrado nas dietas de novilhos Nelore confinados influenciaram positivamente as características de qualidade de carcaça e de carne, bem como os rendimentos de carcaça fria e dos principais cortes cárneos comerciais. Metabólitos indicadores do status nutricional correlacionaram-se com os parâmetros de carcaça e carne de bovinos terminados em confinamento. A concentração de glicose plasmática correlacionou-se positivamente com o peso e o rendimento de carcaça, podendo ser utilizada como indicador destes parâmetros para bovinos Nelore confinados.

**Palavras-chave:** concentrado, cortes cárneos, energia, indicadores bioquímicos, morfometria, proteína.

## Carcass and meat traits of confined Nellore cattle

**Abstract** – This study aimed to evaluate the inclusion levels of concentrate in the diet of Nellore cattle finished in feedlot and its effect on the carcass and meat traits, correlating these parameters with the blood of biochemical indicators. Twenty uncastrated males weighing  $397.80 \pm 31.31$  kg were distributed in a completely randomized design. They received diets containing 17, 34, 51 and 68% of concentrate during 112 days. The dry matter intake was similar between levels, however, the average of slaughter weight, warm carcass and cold carcass weights increased linearly. The levels of concentrate in the diets did not influence the morphometric and qualitative characteristics of the carcasses evaluated, except for the subcutaneous fat thickness, which showed a linear increase. The weight of mostly of the commercial meat cuts increased linearly, however the meat of animals that received more concentrate presented less cooking losses. Increasing levels of concentrate in the diet of confined Nellore steers positively influence carcass and meat quality characteristics as well as cold carcass yields and major commercial meat cuts. Indicators of nutritional status correlate with carcass and meat parameters of cattle finished in feedlot. Plasma glucose concentration correlates positively with carcass weight and yield and can be used as an indicator of these parameters for confined Nellore cattle.

**Keywords:** biochemical indicators, concentrate, energy, meat cuts, morphometrics, protein.

## INTRODUÇÃO

O Brasil tem ocupado um lugar de destaque em âmbito mundial no que se refere à pecuária de corte, ocupando o segundo lugar no ranking de produção de carne, com 9,425 milhões de toneladas de equivalente carcaça de carne bovina (USDA, 2016). Além disto, o país é o segundo maior consumidor de carne bovina e terceiro maior exportador mundial, com 1,705 milhões de toneladas de equivalente carcaça exportadas (USDA, 2016). Mesmo figurando-se entre os grandes da pecuária de corte, o Brasil tem potencial para crescer ainda mais neste cenário, uma vez que é detentor do maior rebanho comercial bovino do mundo, com cerca de 213 milhões de cabeça (USDA, 2016), sendo composto por cerca de 80% de animais de raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), onde 90% desta parcela são da raça Nelore (ABIEC, 2015).

Segundo projeções da Assessoria de Gestão Estratégica do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, a produção de carne no Brasil deve apresentar crescimento acelerado no período 2015/2016 a 2025/2026, com incremento da ordem de 2,4% ao ano para carne bovina (AGE/MAPA, 2016), o que representará um aumento de mais de 1/5 do que já é produzido atualmente. Contudo, este aumento deve ser realizado sem a incorporação de novas áreas, evitando incorrer em problemas do ponto de vista legal, quando observadas as leis ambientais cada vez mais restritivas neste sentido. Alternativamente, levando-se em conta este cenário, uma estratégia interessante seria a melhoria nos índices produtivos alcançados nas propriedades, como o aumento nos rendimentos de carcaça e cortes cárneos.

Características quantitativas e qualitativas de carcaça são importantes para a indústria de carne porque têm relação direta com o produto final. O rendimento de carcaça está intimamente relacionado com a produção de carne e geralmente é expresso em percentual da carcaça quente em relação ao peso corporal (VIDAL et al., 2014). Visando uma maior eficiência econômica, é desejável que a carcaça tenha um maior rendimento dos cortes traseiros em relação a outros cortes, devido a seu melhor valor comercial (BONILHA et al., 2008).

Por outro lado, do ponto de vista financeiro, uma alternativa ao aumento na produtividade seria a melhoria na qualidade dos produtos cárneos brasileiros, permitindo que uma parcela mais exigente da população mundial (disposta a pagar mais) fosse atendida, aumentando dessa forma a rentabilidade para o produtor. Segundo dados da ABIEC (2016), para o ano de 2017 há a possibilidade de incremento nas exportações de carne bovina da ordem de 180 mil toneladas para a Coreia do Sul, Taiwan, Indonésia, Japão, México e Canadá, mercados com um preço médio alto para a carne bovina.

Entende-se como uma carne de qualidade, aquela que apresenta características organolépticas adequadas, boa higiene, boa apresentação e aspectos nutricionais desejáveis. Essa qualidade pode ser avaliada por análises químicas, entretanto, segundo Fernandes et al. (2009), a qualidade da carne bovina é geralmente avaliada por características sensoriais, como cor, textura, maciez e palatabilidade. Já, segundo Pereira et al. (2012), os principais atributos de qualidade valorizados pelo consumidor são representados por maciez, sabor e suculência, cor, firmeza e marmorização, conveniência (produto cortado ou fatiado), nutrição e a saúde (teores de ferro, zinco, colesterol, etc.) e segurança alimentar (ausência de patógenos), sendo no Brasil o quesito preço ainda é o principal moderador do consumo de carne.

Um dos maiores custos da atividade pecuária está relacionado às fontes alimentares utilizadas, as quais definem a formulação das dietas em diferentes sistemas produtivos (KHAN, JO e TARIQ, 2015). A dieta pode modificar as características de carcaça, assim como características físico-químicas e sensoriais da carne bovina (LI et al., 2014). O aumento no nível de concentrado oferecido a bovinos de corte em terminação pode melhorar o desempenho e aumentar a deposição de gordura, em virtude do aumento na densidade energética da ração (DOMINGUES et al, 2015), conseqüentemente podendo influenciar as características qualitativas da carne produzida.

Diante do exposto, o experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar níveis de inclusão de concentrado na dieta de bovinos Nelore em confinamento e seu efeito sobre características de carcaça e carne, assim como correlacioná-las com as concentrações sanguíneas de indicadores bioquímicos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob protocolo de número 23082.015634/2012-41, e realizado no Engenho Gambá, localizado no município de Tracunhaém, Zona da Mata pernambucana, localizado a uma altitude de 120 metros, latitude – 07° 48’ 17” e longitude – 35° 14’ 24”, distante 48 km da capital Recife. Foram utilizados 20 bovinos machos não castrados da raça Nelore, com peso médio inicial de  $397,80 \pm 31,31$  kg, idade aproximada de 20 meses, alojados em baias individuais cobertas com telha metálica e com piso de concreto, dotadas de comedouros e bebedouros individuais. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados, desverminados e suplementados com complexo vitamínico A, D e E.



Após período pré-experimental de 30 dias, no qual receberam uma dieta com 60% de volumoso e 40% de concentrado, os animais foram aleatoriamente distribuídos nos tratamentos com 17; 34; 51 e 68% de concentrado, com base da matéria seca total da dieta. O concentrado continha milho moído, farelo de soja, núcleo mineral, calcário e bicarbonato de sódio. O volumoso utilizado foi o feno de capim tifton 85 (*Cynodon spp.*), corrigido para proteína bruta por uma mistura de ureia e sulfato de amônio (9:1), objetivando manter as dietas isoproteicas. As proporções dos ingredientes utilizados nas rações, bem como a composição dos ingredientes e das rações encontram-se apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia (às 8h e às 16 horas), sendo a quantidade ofertada ajustada a cada dois dias, permitindo 10,5% de sobras.

Tabela 1. Proporção e composição dos ingredientes das rações

Ingrediente (% da MS)	Concentrado	Volumoso	
Milho em grão moído	83,30	-	
Farelo de soja	11,50	-	
Núcleo mineral*	3,00	-	
Calcário	1,20	-	
Bicarbonato de sódio	1,00	-	
Ureia	-	1,33**	
Sulfato de amônio	-	0,15**	
Feno de tifton	-	98,52	
Total	100,00	100,00	
Composição dos ingredientes (%)	Milho	Soja	Feno
Matéria seca	81,58	82,34	83,72
Proteína bruta	8,87	47,05	9,72
Fibra em detergente neutro	11,99	13,46	70,88
Fibra em detergente ácido indigestível	1,86	0,95	16,71

\* Fosbovi<sup>®</sup> Pronto – Níveis de garantia por quilograma do produto: Ca: 55 g; P: 45 g; S: 4120 mg; Na: 152 g; Co: 38,9 mg; Cu: 1050 mg; Fe: 1300 mg; I: 50,25 mg; Mn: 1000 mg; Se: 9 mg; Zn: 2520 mg; F: 450 mg.

\*\* Ingrediente utilizado para ajustar a proteína bruta do volumoso mantendo as dietas isonitrogenadas.

Tabela 2. Composição química das rações utilizadas no experimento

Composição	Nível de concentrado (%)			
	17	34	51	68
Matéria Seca (% MN)	83,64	83,43	83,22	83,02
Matéria Orgânica *	92,24	92,39	92,53	92,67
Proteína Bruta *	13,47	13,33	13,20	13,06
Extrato Etéreo *	2,20	2,43	2,65	2,88
Fibra em Detergente Neutro* <sup>1</sup>	59,92	50,01	40,10	30,19
Fibra em Detergente Ácido* <sup>1</sup>	31,18	25,39	19,60	13,81
Carboidratos Não Fibrosos*	18,98	28,71	38,45	48,18
Nutrientes Digestíveis Totais* <sup>2</sup>	59,92	58,47	59,66	66,36
Cálcio*	0,49	0,53	0,58	0,62
Fósforo*	0,21	0,25	0,29	0,33

\*(% MS)

<sup>1</sup>corrigido para cinzas e proteína;

<sup>2</sup>Bezerra (2016).

A quantidade de alimento ofertada e as sobras foram registradas diariamente para estimativa do consumo de matéria seca (CMS). Semanalmente, amostras dos ingredientes e das sobras foram coletadas, sendo em seguida pré-secas, agrupadas de forma proporcional para cada período de 28 dias, constituindo-se amostras compostas para posteriores análises laboratoriais. No 110<sup>o</sup> dia de experimento se deu a primeira colheita de sangue, realizada por venopunção da veia jugular, 4 horas após o arraçoamento da manhã.

O experimento teve duração de 112 dias e tanto no início quanto no seu término os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas. O abate seguiu as recomendações da Instrução Normativa N<sup>o</sup> 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. A insensibilização se deu por método mecânico percussivo penetrativo, através de pistola pneumática com dardo cativo. Após este procedimento, foi realizada a pendura do animal seguida da exsanguinação. Neste momento a segunda colheita de sangue foi realizada.

Após o abate, esfolagem e evisceração, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, que foram identificadas, pesadas, e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4<sup>o</sup> C, durante 24 horas. O pH e temperatura das carcaças foram mensurados logo após o abate (pH e temperatura iniciais), e também após 24 horas.

Posteriormente, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria, e pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF). Considerou-se os rendimentos de fria (RCF) como a relação percentual entre o peso de carcaça fria (PCF) e o peso corporal final (Pcf).

Após a refrigeração, foram tomadas nas carcaças, segundo metodologias descritas por Muller (1980): comprimento de carcaça (CC), distância entre a porção anterior medial da primeira costela e a borda anterior do púbis; comprimento de perna (CP), distância entre o púbis e a articulação do tarso; e espessura de coxão (EC), determinada com o auxílio de um compasso; além de perímetro do coxão (PC). Adicionalmente, foi coletado o segmento que compreende a seção entre a 12<sup>o</sup> e 13<sup>o</sup> costelas para obtenção da área de olho de lombo (AOL) e da espessura de gordura subcutânea (EGS) na meia carcaça fria.

A medida da AOL foi obtida expondo a secção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, a qual foi transferida para uma transparência e posteriormente mensurada por meio de planímetro digital (HAFF<sup>®</sup>, modelo Digiplan), utilizando-se a média de três leituras; e a EGS, foi obtida com o auxílio de paquímetro digital, no ponto que corresponde a três quartos da AOL (POWELL e HUFFMAN, 1968). Posteriormente, os segmentos do *Longissimus dorsi* localizados entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas de cada animal foram embalados à vácuo e armazenados em freezer para análise física da qualidade da carne. Após o resfriamento das carcaças e a tomada das medidas morfométricas, realizou-se a desossa das meias carcaças direitas, para obtenção e pesagem dos principais cortes comerciais.

A cor da carne foi mensurada com auxílio do equipamento Minolta Chroma Meter (modelo CR – 400), que avaliou a superfície de amostras do *Longissimus dorsi*, serradas ainda congeladas a uma espessura de 2,54 cm e mantidas em temperatura ambiente por 30 minutos (RAMOS e GOMIDE, 2007). Os valores de L\*, a\* e b\* foram registrados, indicando, respectivamente, a luminosidade, o teor de vermelho e o teor de amarelo das amostras de carne.

Para a análise de perda de peso por cocção as amostras de *Longissimus dorsi* foram descongeladas por 24 horas em câmara fria com temperatura de 4<sup>o</sup> C; posteriormente foram utilizados bifés obtidos do através de corte transversal às fibras, que foram pesados e embalados em papel alumínio, sendo, em seguida, cozidos em forno convencional a temperatura de 200°C, constantemente monitorados, até que atingissem a temperatura interna de 71°C, medida com auxílio de termômetro acoplado ao bife (RAMOS e GOMIDE, 2007). Após o cozimento, as amostras foram deixadas descansar até o equilíbrio com a temperatura ambiente, cuidadosamente secas, deixando-se escorrer a água de excesso, e posteriormente pesadas para determinação das perdas de peso por cocção.

Para a determinação da força de cisalhamento foi utilizada a metodologia descrita por Wheeler et al. (1995). Para tanto, foram utilizadas as amostras cozidas remanescentes do procedimento de determinação das perdas por cocção através da obtenção de três amostras cilíndricas, com um vazador de 1,27 cm de diâmetro, no sentido longitudinal da fibra. A força

necessária para cortar transversalmente cada cilindro foi medida com equipamento *Warner-Bratzler Shear Force* com célula de carga de 25 kgf e velocidade de 20 cm/min. A média das forças de cisalhamento de cada cilindro foi utilizada para representar o valor da dureza de cada amostra.

A capacidade de retenção de água (CRA %) foi obtida de acordo com a metodologia proposta por Sierra (1973), em que amostras de músculo com aproximadamente 300 mg foram colocadas entre dois pedaços de papel filtro previamente pesados (P1), e prensadas por cinco minutos, utilizando-se um peso de 3,4 kg. Após a prensagem, as amostras de músculo foram removidas e os papéis novamente pesados (P2). A CRA foi obtida através da seguinte fórmula:  $CRA (\%) = (P2 - P1)/S \times 100$ , em que “S” representa o peso da amostra.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância e regressão com o auxílio dos procedimentos GLM e REG do SAS (2004). Ademais, os dados de carcaça e carne foram correlacionados com os metabólitos sanguíneos glicose, colesterol, triglicérides, ureia, nitrogênio ureico proteico, albumina, globulina, proteína total, creatinina, ácido úrico, aspartato aminotransferase, fosfatase alcalina e gama glutamiltransferase por meio da correlação de Pearson, com o auxílio do procedimento CORR do SAS (2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve influência significativa do incremento de concentrado nas rações sobre o consumo de matéria seca (CMS), conforme pode ser observado na Tabela 3. No entanto, apesar de o CMS não ter sido influenciado pelos níveis de concentrado estudados, é possível observar que os pesos ao abate, da carcaça quente e da carcaça fria apresentaram comportamento linear crescente, concomitante ao aumento nos níveis de concentrado das dietas, o que pode ser explicado pela maior densidade energética das rações com mais concentrado.

As médias dos pesos de abate, carcaça quente e carcaça fria obtidas (513,15; 301,35; 296,71 kg, respectivamente) ficaram acima do preconizado por Gomide et al. (2009), que indicam um mínimo de 180 kg de carcaça e cerca de 340 kg de peso corporal ao abate. Da mesma maneira, o rendimento de carcaça fria apresentou comportamento linear crescente, indicando que o aumento nos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas (Tabela 2) é refletido em aumento na deposição de tecidos na carcaça, em detrimento aos não componentes carcaça; o que é bastante interessante do ponto de vista econômico.

Tabela 3. Consumo de matéria seca, peso inicial, peso ao abate e peso e rendimento de carcaça de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado

Variável	Nível de concentrado (%)				L	Q	R <sup>2</sup>	Equação de regressão
	17	34	51	68				
Consumo de matéria Seca (CMS, kg/dia) *	7,63	8,56	8,37	9,52	0,0006	0,5548	0,80	$\hat{Y} = 7,1542 + 0,0321NC$
Consumo de NDT (kg MS/dia) *	4,58	4,97	5,01	6,30	0,0004	0,0760	0,80	$\hat{Y} = 3,915 + 0,030NC$
Peso corporal inicial (kg)	378,40	384,00	369,60	388,80	0,7907	0,6318	-	$\hat{Y} = 376,00$
Peso ao abate (kg)	470,60	512,60	516,20	553,20	0,0019	0,8714	0,92	$\hat{Y} = 450,3 + 1,4788NC$
Peso de carcaça quente (kg)	261,16	303,08	306,58	334,60	0,0001	0,4996	0,91	$\hat{Y} = 245,4 + 1,3166NC$
Peso de carcaça fria (kg)	257,24	298,58	302,36	328,64	0,0002	0,4572	0,91	$\hat{Y} = 242,21 + 1,2822NC$
Rendimento de carcaça fria (%)	54,68	58,25	58,55	59,37	0,0001	0,0507	0,72	$\hat{Y} = 54,355 + 0,0756NC$

NDT = nutrientes digestíveis totais; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; NC = nível de concentrado;

\* Bezerra (2016).

Os resultados encontrados são diferentes do que foi verificado por Lombardi et al. (2016), que relataram que não houve efeito no rendimento de carcaça de novilhos Nelore alimentados com 20 ou 50% de concentrado em dietas a base de cana-de-açúcar, mesmo com variação na concentração de fibra em detergente neutro (FDN) das dietas e sua possível influência no conteúdo do trato gastrointestinal. Da mesma forma, no trabalho de Cònsolo et al. (2015), não foi observado efeito das dietas avaliadas (à base de silagem de milho, milho moído, farelo de soja e soja integral) sobre o rendimento de carcaça de novilhos Nelore abatidos com peso médio semelhante ao deste trabalho. Entretanto, os autores verificaram um rendimento de carcaça médio da ordem de 53,33%, resultado inferior à média obtida no presente trabalho.

Os níveis de concentrado nas dietas não influenciaram significativamente as características morfométricas e qualitativas das carcaças avaliadas (Tabela 4). No tocante ao comprimento de carcaça, os resultados encontrados vão de encontro ao que foi descrito por Müller (1980), que correlacionou esta medida ao peso da carcaça. No presente trabalho, apesar dos níveis de concentrado terem afetado o peso das carcaças, esta diferença não se refletiu em

seu comprimento. Resultado semelhante ocorreu com o comprimento de perna que não foi influenciado pelos níveis estudados.

Tabela 4. Características morfométricas e qualitativas da carcaça de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado

Variável	Nível de concentrado (%)				L	Q	R <sup>2</sup>	Equação de regressão
	17	34	51	68				
Comprimento de Carcaça (cm)	137,16	139,10	136,56	140,94	0,2605	0,4800	-	$\hat{Y} = 136,20$
Largura da Carcaça (cm)	46,28	46,10	44,08	44,44	0,0555	0,7451	-	$\hat{Y} = 47,11$
Comprimento da Perna (cm)	81,50	82,90	81,60	82,80	0,6140	0,9306	-	$\hat{Y} = 81,55$
Espessura do Coxão (cm)	13,30	14,64	13,86	13,66	0,8880	0,1201	-	$\hat{Y} = 13,79$
Perímetro do Coxão (cm)	112,70	117,70	117,50	117,70	0,2041	0,3513	-	$\hat{Y} = 112,70$
Área de Olho de Lombo (mm <sup>2</sup> )	7463,9	7309,5	7524,7	8434,3	0,1673	0,1504	-	$\hat{Y} = 6901,00$
Espessura de Gordura Subcutânea (mm)	2,74	2,83	6,37	7,69	<0,0001	0,4052	0,89	$\hat{Y} = 0,31 + 0,1082NC$
pH inicial	6,32	6,34	6,40	6,34	0,6734	0,5279	-	$\hat{Y} = 6,32$
pH 24 horas	5,33	5,38	5,41	5,40	0,5323	0,6860	-	$\hat{Y} = 5,32$
Temperatura inicial (°C)	37,80	37,74	38,52	38,86	0,1302	0,7233	-	$\hat{Y} = 37,24$
Temperatura 24h (°C)	10,52	10,82	12,20	11,92	0,3645	0,8310	-	$\hat{Y} = 9,97$

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; NC = nível de concentrado.

A ausência de efeito dos níveis de concentrado ofertados sobre a AOL foi semelhante ao observado por Lombardi et al. (2016), que compararam o desempenho de bovinos Nelore recebendo dietas a base de cana-de-açúcar picada e dois níveis de concentrado. Os resultados de EGS no presente estudo também se comportaram como naquele trabalho, onde os animais alimentados com dietas mais calóricas depositaram mais gordura subcutânea. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de os animais terem permanecido o mesmo tempo no confinamento. Segundo Asimwe et al. (2015), a deposição de gordura subcutânea em animais confinados (ganhando peso) é cumulativa ao longo do tempo, portanto podemos teorizar que a EGS poderia ser similar entre os níveis testados em nosso trabalho, se o critério de abate fosse por exemplo o alcance de um determinado peso.

A espessura mínima de gordura necessária para que haja proteção da carne durante o resfriamento da carcaça é de 3 mm (MÜLLER, 1987). Segundo Rotta et al. (2009), a espessura de gordura subcutânea de bovinos terminados em confinamento no Brasil varia de 3 a 5 mm. Desta forma, pode-se constatar que as carcaças dos animais que receberam dietas com 17 e 34% de concentrado apresentaram média de 2,78 mm, não sendo capazes de depositar a quantidade mínima de gordura subcutânea desejável para proteger a carne dos efeitos negativos do frio, como o *cold shortening*. Por outro lado, as carcaças oriundas dos animais que receberam dietas contendo 51 e 68% de concentrado apresentaram uma camada média de 7 mm de gordura subcutânea, valor acima dos 4,7 mm que Aguiar et al. (2012) obtiveram em trabalho com animais com grau de sangue  $\frac{1}{2}$  Nelore x  $\frac{1}{2}$  Angus, recebendo dietas com 50% de concentrado.

A média do pH final da carcaça fria (24 horas após o abate) neste estudo foi de 5,4 (Tabela 4) e, conseqüentemente, ficou dentro da variação preconizada por Mach et al. (2008), que relataram que a faixa normal de pH fica situada entre 5,4 – 5,8. Portanto, é possível inferir que a produção de lactato a partir do glicogênio muscular foi suficiente para promover a queda no pH da carcaça para valores aceitáveis pela indústria, de maneira tal que anomalias como carne DFD (seca, firme e não-exudativa) não foram observadas neste experimento.

Além de fatores como o pH, a velocidade de resfriamento e a temperatura com que as carcaças são acondicionadas têm influência direta sobre a qualidade da carne. Após o abate as carcaças devem ser rapidamente resfriadas, sob pena de comprometimento de seus aspectos microbiológicos, principalmente devido à proliferação de microrganismos patogênicos que podem influenciar negativamente o produto final. A queda na temperatura das carcaças é importante por reduzir a atividade destes microrganismos, no entanto, também está relacionada com as transformações bioquímicas pelas quais elas passam, influenciando as características físicas e organolépticas da carne produzida (BRIDI e CONSTANTINO, 2010). Segundo Luchiari (2000), carcaças que atingem temperaturas inferiores a 10° C no centro do coxão mole em menos de 10 horas estão propensas ao encurtamento pelo frio ou *cold shortening*, o que por este critério não deve ter ocorrido nas carcaças avaliadas, uma vez que após 24 horas de resfriamento sua temperatura média continuava ligeiramente acima dos 10° C (média de 11,4° C).

Os pesos dos cortes cárneos do dianteiro da carcaça foram influenciados positiva e linearmente pelo aumento dos níveis de concentrado nas dietas, exceto os cortes acém, cupim e peixinho, que não sofreram influência dos tratamentos (Tabela 5). O rendimento dos cortes dianteiros foi em média 44,02% do somatório de todos os cortes comerciais realizados, não sendo influenciado pelos níveis de concentrado utilizados neste trabalho.

Tabela 5. Médias dos pesos dos cortes cárneos e rendimento do dianteiro de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado

Rendimentos	Nível de concentrado (%)				L	Q	R <sup>2</sup>	Equação
	17	34	51	68				
Acém (kg)	10,15	12,58	12,80	13,59	0,0507	0,4725	-	$\hat{Y} = 9,64$
%	3,91	4,20	4,22	4,12	0,6015	0,4885	-	$\hat{Y} = 3,95$
Costela do dianteiro (kg)	2,65	2,98	3,01	3,57	0,0180	0,6078	0,89	$\hat{Y} = 2,355 + 0,016NC$
%	1,03	1,01	1,00	1,08	0,5509	0,4368	-	$\hat{Y} = 0,99$
Cupim (kg)	2,93	2,41	2,79	2,65	0,7404	0,5540	-	$\hat{Y} = 2,81$
%	1,14	0,81	0,91	0,81	0,0848	0,2957	-	$\hat{Y} = 1,14$
Paleta (kg)	12,46	14,42	14,18	15,18	0,0035	0,3718	0,79	$\hat{Y} = 12,08 + 0,046NC$
%	4,85	4,83	4,70	4,62	0,1474	0,8101	-	$\hat{Y} = 4,95$
Peito (kg)	6,70	7,68	7,74	8,55	0,0245	0,8652	0,91	$\hat{Y} = 6,265 + 0,033NC$
%	2,58	2,58	2,56	2,61	0,9270	0,8492	-	$\hat{Y} = 2,56$
Peixinho (kg)	0,75	0,86	0,85	0,96	0,1369	0,9910	-	$\hat{Y} = 0,70$
%	0,29	0,29	0,28	0,29	0,9870	0,7427	-	$\hat{Y} = 0,29$
Pescoço (kg)	13,34	15,04	15,34	15,81	0,0074	0,2933	0,85	$\hat{Y} = 12,95 + 0,045NC$
%	5,22	5,04	5,09	4,82	0,2594	0,8306	-	$\hat{Y} = 5,33$
Músculo (kg)	3,64	3,81	3,76	4,11	0,0300	0,5008	0,77	$\hat{Y} = 3,49 + 0,008NC$
%	1,41	1,28	1,25	1,25	0,3798	0,5578	-	$\hat{Y} = 1,42$
Rendimento dianteiro (%)	44,73	43,79	44,35	43,21	0,983	0,7211	-	$\hat{Y} = 45,02$

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; NC = nível de concentrado.

Os pesos de grande parte dos cortes do traseiro (alcatra, aranha, bisteca, costela do traseiro, chã de dentro, chã de fora, contra filé, filé mignon, fraldão, lagarto, músculo traseiro, patinho e picanha) aumentaram linearmente em função dos níveis de concentrado (Tabela 6).



Tabela 6. Médias dos pesos dos cortes cárneos e rendimento do traseiro de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado.

Rendimentos	Nível de concentrado (%)				L	Q	R <sup>2</sup>	Equação
	17	34	51	68				
Alcatra (kg)	4,14	4,81	4,62	5,15	0,0141	0,7710	0,76	$\hat{Y} = 3,97 + 0,016NC$
%	1,61	1,61	1,53	1,57	0,2552	0,6689	-	$\hat{Y} = 1,63$
Aranha (kg)	0,42	0,44	0,47	0,53	0,046	0,4313	0,94	$\hat{Y} = 0,381 + 0,002NC$
%	0,17	0,15	0,16	0,16	0,9592	0,2192	-	$\hat{Y} = 0,16$
Bisteca (kg)	5,70	6,46	7,05	8,32	<0,0001	0,3553	0,97	$\hat{Y} = 4,772 + 0,049NC$
%	2,21	2,16	2,34	2,53	0,0002	0,0345	0,79	$\hat{Y} = 2,025 + 0,006NC$
Capa de contrafilé (kg)	2,14	2,84	3,42	2,57	0,4003	0,1225	-	$\hat{Y} = 2,27$
%	0,83	0,95	1,13	0,78	0,9879	0,1315	-	$\hat{Y} = 0,91$
Costela do traseiro (kg)	8,62	10,80	9,59	12,37	0,0029	0,6485	0,73	$\hat{Y} = 7,836 + 0,061NC$
%	3,35	3,61	3,18	3,76	0,3033	0,3414	-	$\hat{Y} = 3,27$
Chã de dentro (kg)	9,98	11,70	11,20	12,42	0,0005	0,4831	0,73	$\hat{Y} = 9,618 + 0,040NC$
%	3,88	3,92	3,71	3,79	0,1117	0,7550	-	$\hat{Y} = 3,94$
Chã de fora (kg)	4,87	5,56	5,68	6,08	0,0017	0,5126	0,92	$\hat{Y} = 4,611 + 0,022NC$
%	1,90	1,86	1,88	1,85	0,5911	0,9708	-	$\hat{Y} = 1,90$
Contra filé (kg)	3,44	3,98	4,25	5,10	<0,0001	0,5045	0,96	$\hat{Y} = 2,876 + 0,031NC$
%	1,33	1,33	1,41	1,55	0,0042	0,1778	0,85	$\hat{Y} = 1,22 + 0,004NC$
Filé mignon (kg)	2,33	2,72	2,45	2,89	0,0028	0,7965	0,50	$\hat{Y} = 2,242 + 0,008NC$
%	0,91	0,91	0,81	0,88	0,1658	0,2850	-	$\hat{Y} = 0,92$
Fraldão (kg)	4,44	4,92	5,75	6,46	0,0009	0,7525	0,99	$\hat{Y} = 3,673 + 0,040NC$
%	1,73	1,65	1,90	1,97	0,0692	0,4802	-	$\hat{Y} = 1,57$
Lagarto (kg)	2,50	2,94	3,22	3,14	0,0002	0,0205	0,77	$\hat{Y} = 2,40 + 0,013NC$
%	0,98	0,99	1,07	0,96	0,9012	0,0996	-	$\hat{Y} = 0,99$
Maminha (kg)	1,66	1,95	2,00	2,07	0,1262	0,5530	-	$\hat{Y} = 1,60$
%	0,65	0,65	0,66	0,63	0,7962	0,6804	-	$\hat{Y} = 0,66$
Músculo traseiro (kg)	7,08	7,52	7,35	8,29	0,0113	0,3667	0,74	$\hat{Y} = 6,70 + 0,020NC$
%	2,75	2,52	2,44	2,52	0,0210	0,0341	0,55	$\hat{Y} = 2,75 - 0,004NC$
Patinho (kg)	5,20	6,18	6,04	6,30	0,0025	0,0846	0,67	$\hat{Y} = 5,147 + 0,018NC$
%	2,03	2,07	2,00	1,92	0,1072	0,3005	-	$\hat{Y} = 2,10$
Picanha (kg)	2,29	2,55	2,77	3,03	0,0024	0,9974	0,99	$\hat{Y} = 2,052 + 0,014NC$
%	0,90	0,85	0,91	0,92	0,4595	0,5319	-	$\hat{Y} = 0,86$
Rendimento traseiro (%)	55,27	56,03	55,65	56,79	0,0983	0,7211	-	$\hat{Y} = 54,89$

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; NC = nível de concentrado.

Esse padrão de aumento no peso dos cortes traseiros pode ser parcialmente explicado pelo fato de que os animais que receberam níveis mais elevados de concentrado nas dietas produziram carcaças mais pesadas (Tabela 3) e, como a maior parcela dos cortes do dianteiro

não sofreu influência do nível de concentrado, era de se esperar que os cortes traseiros gerassem tais resultados. Do ponto de vista econômico, interessa mais ao frigorífico carcaças mais pesadas, com maior rendimento de traseiro e de seus cortes (SOBRINHO et al., 2013), apesar de que no Brasil esse maior rendimento dos cortes não significa necessariamente aumento no valor pago ao produtor, que ainda recebe majoritariamente pelo peso da carcaça (BONILHA et al., 2007). Os cortes capa de contra filé e maminha não foram influenciados pelos níveis de concentrado ofertados. O rendimento dos cortes traseiros foi 55,93% e não variou em função dos tratamentos.

A carne proveniente de animais que receberam níveis mais elevados de concentrado apresentou menores percentuais de perda por cocção (efeito linear decrescente) (Tabela 7). Segundo Rubiano et al. (2009), a perda de peso por cocção indica a capacidade de retenção de água (CRA) da carne, de modo que o aumento dos valores de perda por cocção indica diminuição da capacidade de reter água durante o cozimento. Entretanto, no presente estudo, não houve influência dos níveis de concentrado sobre a capacidade de retenção de água (CRA), que apresentou média de 71,1%. Desta forma, uma possível causa para o comportamento observado para perdas por cocção foi devido ao fato de que animais que receberam níveis mais altos de concentrado conseguiram depositar mais gordura subcutânea (Tabela 4), que está relacionada à capacidade de depositar gordura intramuscular e, segundo Lawrie (1991) e Wood (2004), resultam em menores perdas totais, quando comparados a animais com menor deposição de gordura durante a terminação.

Tabela 7. Perda por cocção, perda por resfriamento, força de cisalhamento, pH, capacidade de retenção de água e coloração da carne do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos Nelore alimentados com níveis crescentes de concentrado.

Variável	Nível de concentrado (%)				L	Q	R <sup>2</sup>	Equação
	17	34	51	68				
Perda por cocção (%)	37,2	32,2	36,5	24,6	0,0007	0,0079	0,56	$\hat{Y} = 40,99 - 0,197NC$
Perda por resfriamento (%)	1,51	1,49	1,38	1,39	0,3866	0,9144	-	$\hat{Y} = 1,56$
Força de cisalhamento (kgf/cm <sup>2</sup> )	2,9	2,6	3,4	3,0	0,9641	0,7452	-	$\hat{Y} = 2,70$
Capacidade de retenção de água (%)	70,9	70,1	70,7	72,7	0,4887	0,4312	-	$\hat{Y} = 69,60$
Cor L*	30,3	30,6	30,8	30,7	0,8028	0,8615	-	$\hat{Y} = 30,25$
Cor a*	16,3	13,7	17,0	17,1	0,2412	0,4401	-	$\hat{Y} = 14,6$
Cor b*	7,2	7,0	7,3	7,3	0,8744	0,8844	-	$\hat{Y} = 7,05$

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; NC = nível de concentrado.

Apesar de ter havido efeito dos níveis de concentrado sobre a espessura da gordura subcutânea, estes não provocaram efeito na perda por resfriamento. Vale ressaltar que as carcaças dos animais de todos os níveis perderam pouco peso, ficando abaixo do que preconiza a literatura para a perda durante o processo de resfriamento convencional que varia de 2,0 a 2,4% (GOMIDE et al., 2009).

Para a força de cisalhamento, não houve influência dos níveis de concentrado das dietas (Tabela 7). A média obtida para este parâmetro foi 2,97 kgf/cm<sup>2</sup>, ficando abaixo do valor de 4,25 kgf/cm<sup>2</sup> obtido por Zorzi et al. (2013), em trabalho com bovinos Nelore de baixo e alto consumo alimentar residual. Por outro lado, este resultado ficou muito próximo a média de 2,94 kgf/cm<sup>2</sup> obtida por San Vito et al. (2015) em trabalho com novilhos Nelore terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, suplementados com concentrado semelhante ao utilizado neste trabalho. Segundo Shackelford et al. (1991), carnes com a força de cisalhamento menores que 4,6 kgf/cm<sup>2</sup> podem ser consideradas de boa maciez, o que indica que as dietas e o manejo adotados neste trabalho produziram uma carne com maciez adequada.

Os níveis de concentrado também não influenciaram a coloração da carne produzida (Tabela 7). Os valores de médios de luminosidade (L\*), teor de vermelho (a\*) e teor de amarelo (b\*) foram 30,6; 16,0 e 7,2; respectivamente. Estes valores ficaram dentro da faixa média encontrada por Muchenje et al. (2009) que, em trabalho de revisão, encontrou valores de L\* variando entre 33,2 e 41,0; a\* de 11,1 a 23,6 e b\* de 6,1 a 11,3.

A cor é um atributo chave para consumidores que comprem carne *in natura*, sendo considerada a característica organoléptica mais importante observada no momento da compra e constituindo-se como critério de seleção, exceto se outros fatores como o odor estejam intensamente alterados (WHITE et al., 2006). Não obstante, a carne produzida neste experimento pode ser classificada como normal, pelos parâmetros de luminosidade e intensidades de vermelho e amarelo, propostos por Abularach et al. (1998).

Quando confrontados os principais dados de carcaça e carne com as concentrações de metabólitos sanguíneos avaliados no Capítulo II, foi observado que houve correlação entre algumas variáveis testadas (Tabelas 8 e 9). Os pesos de carcaça quente apresentaram correlação positiva com a concentração plasmática de glicose, da ordem de 59,39% na colheita pré-abate e 53,64% na exsanguinação. Da mesma forma, houve correlação deste metabólito com os pesos de carcaça fria no pré-abate e na sangria (58,5 e 53,0%, respectivamente), assim como com os rendimentos de carcaça fria (58,44 e 59,28 %, respectivamente).

Tabela 8. Coeficientes de correlação (r) de parâmetros de carcaça e qualidade de carne e metabólitos sanguíneos (pré-abate) de bovinos Nelore em confinamento

Metabólito	Parâmetros de carcaça			Parâmetros de qualidade de carne					
	PCQ	PCF	RCF	PC	FC	CRA	L*	A*	B*
Glicose (r)	0,5939	0,58501	0,58442	-0,575	0,1158	-0,0309	0,1346	0,2826	0,1132
<i>P-Valor</i>	0,0058	0,0067	0,0068	0,0080	0,6268	0,8969	0,5717	0,2273	0,6347
Colesterol (r)	0,2959	0,2930	0,4182	-0,239	-0,1634	-0,0804	0,1309	-0,0222	0,0434
<i>P-Valor</i>	0,2053	0,2099	0,0665	0,3097	0,4912	0,7360	0,5821	0,9260	0,8557
Triglicérides (r)	-0,1570	-0,1519	-0,2117	0,3536	0,2913	-0,2498	0,3114	0,1488	0,1911
<i>P-Valor</i>	0,5085	0,5226	0,3703	0,1262	0,2127	0,2882	0,1813	0,5312	0,4194
Ureia (r)	0,1231	0,1272	0,1285	-0,378	-0,2825	0,0432	-0,2471	0,0239	-0,0651
<i>P-Valor</i>	0,6050	0,5929	0,5893	0,1001	0,2275	0,8565	0,2936	0,9202	0,7850
NUP (r)	0,1236	0,1277	0,1287	-0,379	-0,2824	0,04336	-0,2472	0,0237	-0,0654
<i>P-Valor</i>	0,6036	0,5915	0,5887	0,0995	0,2277	0,8560	0,2934	0,9209	0,7841
Albumina (r)	0,5112	0,5100	0,4318	-0,634	0,1112	-0,1644	0,1388	0,4007	0,1624
<i>P-Valor</i>	0,0213	0,0216	0,0573	0,0027	0,6406	0,4885	0,5596	0,0800	0,4940
Globulina (r)	-0,0771	-0,0766	0,0782	0,2417	0,0370	0,08366	-0,25431	-0,00191	-0,05807
<i>P-Valor</i>	0,7467	0,7482	0,7432	0,3046	0,8770	0,7259	0,2793	0,9936	0,8079
Proteína Total (r)	0,1287	0,1286	0,25185	-0,016	0,08318	0,01274	-0,19420	0,15315	0,00622
<i>P-Valor</i>	0,5888	0,5889	0,2841	0,9473	0,7274	0,9575	0,4120	0,5192	0,9792
Creatinina (r)	0,07421	0,07598	0,19834	-0,094	-0,19377	-0,12975	0,22043	-0,17010	0,35713
<i>P-Valor</i>	0,7559	0,7502	0,4019	0,6944	0,4130	0,5856	0,3504	0,4734	0,1222
Ácido Úrico (r)	0,21566	0,21737	0,08504	-0,452	0,11791	0,07399	-0,17968	-0,01765	-0,05997
<i>P-Valor</i>	0,3612	0,3573	0,7215	0,0454	0,6205	0,7565	0,4484	0,9411	0,8017
AST (r)	-0,10999	-0,11058	-0,20999	-0,316	-0,05214	0,03403	-0,16983	0,05418	-0,08286
<i>P-Valor</i>	0,6444	0,6426	0,3742	0,1745	0,8272	0,8867	0,4741	0,8205	0,7284
FA (r)	0,41957	0,42243	0,46396	-0,379	-0,03471	-0,27508	0,21939	0,39276	0,20198
<i>P-Valor</i>	0,0655	0,0635	0,0393	0,0989	0,8845	0,2405	0,3527	0,0867	0,3931
GGT (r)	-0,46127	-0,46003	-0,31412	0,2782	0,06471	-0,04670	-0,04785	0,05207	-0,00504
<i>P-Valor</i>	0,0406	0,0413	0,1774	0,2349	0,7864	0,8450	0,8412	0,8274	0,9832

PCQ = peso de carcaça quente; PCF = peso de carcaça fria; RCF = rendimento de carcaça fria; PC = perda por cocção; FC = força de cisalhamento; CRA = capacidade de retenção de água; L\* = teor de luminosidade; A\* = teor de vermelho; B\* = teor de amarelo; NUP = nitrogênio ureico plasmático; AST = aspartato aminotransferase; FA = fosfatase alcalina; GGT = gama glutamiltransferase.

Tabela 9. Coeficientes de correlação (r) de parâmetros de carcaça e qualidade de carne e metabólitos sanguíneos (exanguinação) de bovinos Nelore em confinamento.

Metabólito	Parâmetros de carcaça			Parâmetros de qualidade de carne					
	PCQ	PCF	RCF	PC	FC	CRA	L*	A*	B*
Glicose (r)	0,53642	0,52999	0,59283	-0,35832	0,00292	-0,02201	-0,16367	-0,33781	-0,21401
<i>P-Valor</i>	0,0148	0,0162	0,0059	0,1208	0,9902	0,9266	0,4905	0,1452	0,3649
Colesterol (r)	0,16484	0,16386	0,27429	-0,06123	0,10497	-0,07512	0,03460	-0,16595	-0,02312
<i>P-Valor</i>	0,4874	0,4900	0,2419	0,7976	0,6596	0,7530	0,8849	0,4844	0,9229
Triglicérides (r)	0,38316	0,38237	0,23269	-0,34832	-0,14265	-0,17623	-0,00192	0,11934	-0,02438
<i>P-Valor</i>	0,0954	0,0961	0,3235	0,1323	0,5485	0,4573	0,9936	0,6163	0,9187
Ureia (r)	0,28290	0,29303	0,10929	-0,11667	-0,36987	-0,38023	0,62905	0,20689	0,71426
<i>P-Valor</i>	0,2268	0,2099	0,6465	0,6243	0,1085	0,0982	0,0030	0,3815	0,0004
NUP (r)	0,28276	0,29288	0,10925	-0,11684	-0,37015	-0,38004	0,62894	0,20654	0,71411
<i>P-Valor</i>	0,2271	0,2101	0,6466	0,6237	0,1082	0,0984	0,0030	0,3823	0,0004
Albumina (r)	0,40835	0,40604	0,36196	-0,62337	-0,06516	-0,29565	0,19353	0,17547	0,23855
<i>P-Valor</i>	0,0739	0,0757	0,1168	0,0033	0,7849	0,2057	0,4136	0,4593	0,3111
Globulina (r)	0,16776	0,17048	0,26112	0,18745	-0,08009	0,07620	-0,09797	-0,01258	0,12098
<i>P-Valor</i>	0,4796	0,4724	0,2661	0,4287	0,7371	0,7495	0,6811	0,9580	0,6114
Proteína Total (r)	0,32275	0,32440	0,39497	-0,07112	-0,10078	-0,04895	-0,01619	0,05890	0,21148
<i>P-Valor</i>	0,1652	0,1629	0,0848	0,7657	0,6725	0,8376	0,9460	0,8052	0,3708
Creatinina (r)	0,38677	0,38623	0,52383	-0,26785	-0,17107	-0,13245	0,00602	-0,26602	0,07673
<i>P-Valor</i>	0,0921	0,0926	0,0178	0,2536	0,4708	0,5778	0,9799	0,2569	0,7478
Ácido Úrico (r)	0,37793	0,38399	0,25564	-0,12452	-0,17834	-0,21391	0,29594	0,10543	0,24061
<i>P-Valor</i>	0,1004	0,0946	0,2767	0,6009	0,4519	0,3652	0,2052	0,6582	0,3068
AST (r)	-0,30446	-0,30275	-0,42237	0,15415	-0,31378	0,13671	-0,25984	-0,41834	-0,22947
<i>P-Valor</i>	0,1918	0,1945	0,0636	0,5164	0,1779	0,5655	0,2686	0,0664	0,3305
FA (r)	0,16861	0,17292	0,20024	0,04555	0,15140	-0,31281	0,06960	0,12786	-0,05602
<i>P-Valor</i>	0,4773	0,4660	0,3973	0,8488	0,5240	0,1793	0,7706	0,5911	0,8145
GGT (r)	0,23161	0,22972	0,29342	0,14852	-0,04672	0,10102	0,19520	0,09418	0,11415
<i>P-Valor</i>	0,3258	0,3299	0,2093	0,5320	0,8449	0,6717	0,4095	0,6929	0,6318

PCQ = peso de carcaça quente; PCF = peso de carcaça fria; RCF = rendimento de carcaça fria; PC = perda por cocção; FC = força de cisalhamento; CRA = capacidade de retenção de água; L\* = teor de luminosidade; A\* = teor de vermelho; B\* = teor de amarelo; NUP = nitrogênio ureico plasmático; AST = aspartato aminotransferase; FA = fosfatase alcalina; GGT = gama glutamiltransferase.

Os resultados encontrados demonstram que a concentração plasmática de glicose tem relação positiva com o peso e rendimento de carcaça que, por sua vez, apresentaram comportamento linear crescente em função da adição de concentrado. Desta forma, pode-se concluir que o aumento no teor de NDT das dietas teve efeito sobre a glicose plasmática, resultando em melhoria nos parâmetros produtivos avaliados.

Estes resultados contrariam o que afirmou González (2000), que concluiu que o nível de glicose plasmática é um indicador de pouca expressão para avaliar o *status* nutricional de bovinos, devido à insensibilidade da glicemia a variações na nutrição. Este autor afirma que a glicose pode ser utilizada em situações onde há um déficit energético severo, o que não foi o caso do presente trabalho onde os animais estavam em balanço energético positivo, demonstrado pelo aumento em seu peso corporal ao longo do período experimental (Tabela 3).

Quando correlacionados à concentração sérica da albumina pré-abate, o peso da carcaça quente e o peso da carcaça fria, observou-se que uma relação positiva média de 51,06%. Este resultado corrobora com o trabalho de González e Scheffer (2003), que indicaram que a albumina é um bom indicador do status proteico a longo prazo, pois os animais apesar de consumirem dietas isonitrogenadas tiveram um CMS e, conseqüentemente, um consumo de PB linear e crescente em função do aumento no nível de concentrado (Bezerra, 2016).

Além da albumina, outro indicador de metabolismo proteico que apresentou correlação com uma variável de carcaça foi a creatinina. Este metabólito apresentou uma correlação de 52,38% com o rendimento de carcaça fria, talvez devido ao maior volume muscular dos animais alimentados com mais concentrado. Isto pode ter ocorrido devido ao fato da creatinina ser derivada, praticamente em sua totalidade, do catabolismo da creatina presente no tecido muscular, que ocorre de maneira constante ao redor de de 2% do total de creatina formada - que é dependente do volume de músculos do animal (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2002). Estes autores, contudo, destacam que o aumento da creatinina pode estar associado, dentre outros fatores, ao exercício físico intenso e à desidratação, que podem ter ocorrido devido ao transporte dos animais da fazenda experimental até o abatedouro, bem como à linha de abate.

Quanto às enzimas indicadoras da função hepática no pré-abate, houve correlação da gama glutamiltransferase (GGT) com o peso da carcaça quente e com o peso da carcaça fria, da ordem de - 46,13 e - 46 %, respectivamente. A GGT é uma enzima que indica a colestase hepática e trabalhos mostram sua elevação em casos de fígado com infiltração gordurosa (ANDRÉ et al., 2006; MOREIRA et al., 2012; THAMER et al., 2005). Portanto, esperam-se que maiores concentrações de GGT estejam presentes em animais que passam por alta

metabolização de lipídeos pelo fígado, como vacas leiteiras em transição (SORDILLO e RAPHAEL, 2013). Desta forma, a correlação negativa deste metabólito com o peso das carcaças indica que os animais recendo dietas mais calóricas provavelmente não precisaram mobilizar reservas lipídicas em demasia, o que resultou em menor atividade da GGT.

O rendimento de carcaça fria também se correlacionou com outra enzima indicadora de funcionamento hepático, a fosfatase alcalina (FA), na colheita pré-abate. No entanto, para esses parâmetros, a correlação foi positiva e da ordem de 46,4%. Como a FA é uma enzima de membrana, que catalisa a hidrólise alcalina de uma grande variedade de substratos, sendo encontrada primariamente no fígado, túbulos renais, intestino e tecido ósseo (MEYER e HARVEY, 2004), a sua correlação com o rendimento de carcaça aparentemente não ocorre de forma direta. Há de ser ressaltar, entretanto, que os maiores rendimentos de carcaça foram obtidos pelos animais que receberam os maiores níveis de concentrado. Desta forma, o aporte crescente de nutrientes recebidos pelos animais pode ter resultado em algum distúrbio hepático em sua forma sub-clínica, o que consequentemente poderia explicar o efeito ora encontrado.

Quanto às características de carne avaliadas, a perda por cocção e a cor apresentaram correlação com alguns metabólitos (Tabela 8). Dentre estas, a perda por cocção mostrou estar correlacionada negativamente tanto com a glicose, quanto com a albumina. Para a glicose, a correlação foi de -57,46% na colheita pré-abate, enquanto que para a albumina, houve correlação da ordem de - 63,42 e - 62,34% nas colheitas pré-abate e na exsanguinação, respectivamente. Estes resultados indicam que os animais que receberam mais concentrado apresentaram um *status* energético e proteico mais favorável à produção de carnes menos propensas à perdas, o que pode ser comprovado na Tabela 7. Como discutido anteriormente, este resultado está relacionado ao acúmulo de gordura na carcaça, que favorece a retenção de água na carcaça e, também, na carne durante o processo de cocção.

Quanto à cor, foi observado que os valores espaciais de amarelo (b\*) e luminosidade (\*L) correlacionaram-se positivamente com a ureia e, consequentemente, como o nitrogênio uréico. Isto indica que os animais que receberam maior aporte de nutrientes via dieta, tenderam a produzir uma carne mais escura.

Estes resultados vão de encontro ao trabalho de Muramoto et al. (2005), que testaram o efeito de dietas de terminação baseadas a pasto ou concentrado para bovinos Shorthorn Japonês. Neste trabalho os autores observaram que os valores espaciais de L\* (luminosidade), a\* (intensidade da cor vermelha) e b\* (intensidade da cor amarela) foram menores na carne dos animais terminados a pasto, o que significa que estes produziram uma carne mais escura. Há de se destacar, no entanto, que o presente estudo não utilizou forragem fresca como no dos autores

supracitados, mas sim feno – mais pobre em caroteno. Desta forma, comparativamente, deve ter havido uma menor ingestão deste pigmento que é naturalmente abundante nas forragens frescas (KALAC e MCDONALD, 1981) e que tem sua ingestão relacionada ao aumentando da estabilidade da cor da carne bovina (MURAMOTO et al., 2003), culminando com os efeitos encontrados.

## CONCLUSÕES

1. O incremento de concentrado na dieta de novilhos Nelore em confinamento proporciona melhores rendimentos de carcaça, resultando em maior peso dos cortes traseiros.
2. Dietas mais energéticas resultam em maior cobertura de gordura subcutânea nas carcaças de novilhos Nelore, sem reflexos negativos sobre a temperatura da carcaça resfriada.
3. Metabólitos indicadores do *status* nutricional correlacionam-se com parâmetros de carcaça e carne de bovinos terminados em confinamento.
4. A concentração de glicose plasmática correlaciona-se positivamente com o peso e o rendimento de carcaça, podendo ser utilizada como indicador destes parâmetros para bovinos Nelore confinados.

## REFERÊNCIAS

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **ABIEC**, 2009. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/3\\_rebanho.asp](http://www.abiec.com.br/3_rebanho.asp)>. Acesso em: 25 out. 2013.
- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**, 2014. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/download/stat\\_mercadomundial.pdf](http://www.abiec.com.br/download/stat_mercadomundial.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2014
- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**, 2015. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/3\\_rebanho.asp](http://www.abiec.com.br/3_rebanho.asp)>. Acesso em: 8 fev. 2017.
- ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m.L.dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n.2, p. 205-210, 1998.
- AGE/MAPA. Projeções de Agronegócio. **ASSESSORIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA/ MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**, 2016.



Disponível em: <[Http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/proj\\_agronegocio2016.pdf/view](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/proj_agronegocio2016.pdf/view)>. Acesso em: 13 fev 2017.

AGUIAR, S. et al. Performance, digestibility, microbial production and carcass characteristics of feedlot young bulls fed diets containing propolis. **Animal Sciences**, v. 34, n. 4, 393-400, 2012.

ANDRÉ, P. et al. Three-year increase of gamma-glutamyltransferase level and development of type 2 diabetes in middle-aged men and women: the D.E.S.I.R. cohort. **Diabetologia Journal**, v. 49, n. 11, p. 2599– 2603, 2006.

ASIMWE, L. et al. Effect of days in feedlot on growth performance, carcass and meat quality attributes of Tanzania shorthorn zebu steers. **Tropical Animal Health Production**, v. 47, n. 5, p. 867–876, 2015.

BELTRÁN, J. A. et al. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. **Meat Science**, v. 45, n. 2, p. 201-207, 1997.

BONILHA, S. F. M. et al. Feed efficiency, blood parameters, and ingestive behavior of young Nellore males and females. **Tropical Animal Health and Production Journal**, v. 47, n. 7, p. 1381-9, 2015.

CONSOLO, N. R. et al. High levels of whole raw soybean in diets for Nellore bulls in feedlot: effect on growth performance, carcass traits and meat quality. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, n. 2, p. 201–209, 2015.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F. H. D., et al. **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 23-30.

DOMINGUES, J. L. et al. Effect of high oil corn in the diets of Nellore steers on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and longissimus muscle fatty acid profile. **Livestock Science**, v. 174, p. 31–38, 2015.

FERNANDES, A. R. et al. Carcass and meat characteristic of cattle receiving different diets in feedlot. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, 139-147, 2008.

GOMIDE, L.A. de M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: Ed. da UFV, 2009. 370p.

GONZÁLEZ, F. H. D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F. H. D. . B. J. . P. H. O. . R. L. A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2000. 31-51p.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte**. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 63-74 p.

KHAN, M. I.; JO, C.; TARIQ, M. R. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors- A systematic review. **Meat Science**, v. 110, p. 278–284, 2015.

LAWRIE, R. A. **Ciência da Carne**. 6ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEHNINGER, A. L. **Biossíntese e atualização da energia das ligações de fosfato.** [S.l.]: Edgard Blucher LTDA, v. 3, 1995. 437-596 p.

LI, L. et al. Effects of different dietary energy and protein levels and sex on growth performance, carcass characteristics and meat quality of F1 Angus × Chinese Xiangxi yellow cattle. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 5, n. 21, 2014.

LOMBARDI, C. T. et al. Growth performance, body composition, carcass traits and meat quality of young Nelore bulls fed freshly cut or ensiled sugar cane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 219, p. 102–110, 2016.

LUCHIARI FILHO, A. A. **A pecuária da carne bovina.** São Paulo: [s.n.], 2000. 134 p.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerine supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 2, p. 632–638, 2009.

MEYER, D. J.; HARVEY, J. W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation & diagnosis.** 2 ed. Philadelphia: Saunders, 2004. 351 p.

MOREIRA, C. N. et al. Serum  $\gamma$ -glutamyltransferase activity as an indicator of chronic liver injury in cattle with no clinical signs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, 64, n. 6, 1403-1410, 2012.

MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, 112, n. 2, 279-289, 2009.

MUHAMMAD, I. K.; CHEORUN, J.; MUHAMMAD, R. T. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors- A systematic review. **Meat Science**, v. 110, p. 278–284, 2015.

MULLER, L. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos. **Imprensa Universitária - UFMS**, f. 31, 1980.

PEREIRA, A. S. et al. **Alternativas genéticas para melhorar a qualidade nutricional e o perfil lipídico da carne bovina. Novos desafios da Pesquisa em Nutrição e Produção Animal.** Pirassununga: 5D, v. 2, 2012. 47-62 p.

POWELL, W. E.; HUFFMAN, L. D. Evaluation of quantitative estimates of beef carcass composition. **Animal Science**, v. 27, n. 6, p. 1554-1558, 1968.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. **Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e metodologias.** Viçosa: Editora UFV, 2007. 599 p.

ROTTA, P. P. et al. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 22, n. 12, p. 1718-1734, 2009.

RUBIANO, G. A. et al. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 490-2498, 2009.

SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. Tecnologia de abate e tipificação de carcaças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DAS CARNES. 2009. [S.l.]. **Anais...** [S.l.]. p. 26-55, 2009.

- 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.
- SHACKELFOR, S. D. et al. Evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 171–177, 1991.
- SIERRA, I. SIERRA, I. Aportación al estudio del cruce Blanco Belga x Landrace: Caracteres productivos, calidad de la canal y de la carne. **I.E.P.G.E. - C.S.I.C.**, 1973.
- SOBRINHO, T. L. et al. Feedlot performance, feed efficiency and carcass traits in Nellore cattle selected for postweaning weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 2, p. 125 - 129, 2013.
- SORDILLO, L. M.; RAPHAEL, W. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 29, n. 2, p. 267-78, 2013.
- THAMER, C. et al. Elevated serum ggt concentrations predict reduced insulin sensitivity and increased intrahepatic lipids. **Hormone and Metabolic Research**, v. 37, n. 4, p. 246-251, 2005.
- THOMAS, J. S. Overview of plasma proteins. **Schalm's Veterinary Hematology**, Philadelphia, 2000. 891-898 p.
- USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, Supply and Demand Data Statistics**, 2012. Disponível em: <[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_9-6-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_9-6-2012.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2016.
- USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 14 dez. 2016a. Disponível em: <[http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)>.
- USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 14 dez. 2016b. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>>.
- VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, A. S.; CHIZZOTTI, M. L. CQBAL 3.0, 2015. Disponível em: <<http://cqbal.agropecuaria.ws/webcqbal/index.php>>. Acesso em: 03 set. 2015.
- VIDAL, M. P. et al. Carcass characteristics and commercial meat cuts weights from nellore steers fed yerba mate. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY. 2014. Punta del Este. **Anais...** Punta del Este. 2014.
- WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.D. [1995]. **Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for meat tenderness measurement** [Online]. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/54380530/protocols/ShearForceProcedures.pdf>>. Acesso em: 06/02/2017.
- WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Langford, v. 16, n. 1, p. 21-32, 2004.
- ZORZI, K. et al. Meat quality of young Nellore bulls with low and high residual feed intake. **Meat Science**, Langford, v. 93, n. 3, p. 593-599, 2013.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, podemos recomendar a utilização das dietas estudadas sem prejuízo ao metabolismo de bovinos Nelore confinados. No entanto, as diferentes dietas e/ou colheitas de sangue estudados resultaram em alterações dos valores sanguíneos de todos os metabólitos avaliados neste trabalho, exceto ureia, NUP e globulina. Ademais, as concentrações séricas de colesterol, triglicérides e globulina, excederam o limite máximo preconizado pela literatura tanto na colheita pré-abate, quando na colheita durante a exsanguinação. Diferentemente, a concentração plasmática de glicose só excedeu o limite superior de sua faixa de referência na colheita realizada durante a sangria.

O estresse experimentado pelos animais ao longo de seu transporte e à linha de abate alteraram seu estado de homeostase. Isto resultou em animais desidratados e com seu metabolismo energético alterado, em resposta às mudanças fisiológicas sofridas. O que pode ser constatado pelo aumento nas concentrações de creatinina, triglicérides, AST e GGT. Além disso, foi possível perceber um grande aumento na concentração plasmática de glicose na colheita realizada durante a exsanguinação. Portanto, este metabólito pode ser utilizado como indicador fisiológico de estresse em bovinos Nelore.

No que diz respeito aos atributos de carcaça e carne avaliados, pôde-se observar que o incremento de concentrado na dieta de novilhos Nelore em confinamento resulta em carcaças e cortes traseiros mais pesados. Além disto, dietas mais energéticas resultam em carcaças com maior espessura de gordura subcutânea, sem reflexos negativos sobre a temperatura da carcaça.

Metabólitos sanguíneos correlacionam-se com parâmetros de carcaça e carne de bovinos terminados em confinamento. A concentração de glicose plasmática correlaciona-se positivamente com o peso e o rendimento de carcaça, podendo ser utilizada como indicador destes parâmetros para bovinos Nelore confinados.

## **APÊNDICES**

## Apêndice A – Dados de Metabólitos

ANIMAL	TRATAMENTO	COLHEITA	GLICOSE	COL	TGR	UR	ALB	CRE	PRO	ACU	GLOBULINA	NUREICOPASM	AST	GGT	FA
1	M	1	60.29	145.14	16.95	50.89	2.88	2.35	6.93	0.77	4.05	23.75	50.64	32.93	119.57
2	M	1	47.75	111.88	15.00	46.87	3.21	1.73	7.11	0.83	3.89	21.87	56.11	28.80	120.83
3	M	1	57.48	147.59	15.91	45.70	3.10	2.06	6.92	0.59	3.82	21.33	54.86	10.85	101.20
4	M	1	52.57	145.30	15.28	44.64	2.95	2.52	7.33	0.80	4.38	20.83	54.86	24.20	93.09
5	M	1	54.52	110.41	21.63	48.36	2.65	2.86	7.15	0.95	4.50	22.57	57.82	24.20	102.88
6	17	1	57.68	110.16	12.34	44.93	2.82	1.64	6.68	0.90	3.86	20.97	73.47	38.62	144.99
7	17	1	55.18	124.93	15.10	50.41	3.06	1.68	7.71	0.65	4.65	23.52	84.76	39.25	162.54
8	17	1	59.05	109.56	13.90	51.24	2.55	1.62	7.82	0.99	5.28	23.91	82.04	22.11	120.36
9	17	1	57.47	107.64	14.26	47.66	2.87	2.01	6.70	0.74	3.83	22.24	77.94	30.89	169.99
10	17	1	57.34	98.52	13.91	45.87	3.06	1.58	7.63	1.17	4.58	21.41	85.66	23.58	127.08
11	34	1	64.69	157.05	11.19	41.63	2.98	1.63	7.34	0.65	4.36	19.43	72.47	18.87	154.15
12	34	1	65.94	126.76	9.18	54.01	2.80	1.84	7.77	0.73	4.96	25.21	72.07	22.66	145.73
13	34	1	62.17	132.29	17.14	35.87	2.92	1.53	6.39	0.54	3.47	16.74	81.55	20.77	159.02
14	34	1	62.16	131.58	22.24	45.03	2.87	1.70	7.25	1.18	4.37	21.02	79.11	20.77	182.46
15	34	1	70.77	144.38	12.25	47.92	2.83	2.19	7.66	0.87	4.83	22.36	76.30	20.77	129.40
16	51	1	80.99	136.13	12.88	45.32	3.23	1.62	8.91	0.74	5.68	21.15	81.05	8.96	236.25
17	51	1	76.29	155.42	15.54	44.85	3.01	1.69	7.55	1.11	4.54	20.93	82.10	23.32	171.55
18	51	1	66.24	152.51	16.99	38.18	3.18	1.57	7.40	0.68	4.22	17.82	66.24	7.64	207.86
19	51	1	74.23	144.86	13.50	40.27	2.82	1.75	7.29	0.82	4.47	18.79	67.59	33.09	195.56
20	51	1	73.40	135.38	12.51	41.48	3.04	1.37	7.59	0.76	4.55	19.36	72.75	21.83	136.59
21	68	1	91.85	154.22	11.34	45.85	3.18	1.66	7.24	1.01	4.06	21.40	75.31	20.85	200.19
22	68	1	81.28	107.08	15.86	45.87	3.29	1.74	7.33	0.88	4.04	21.41	85.65	19.56	171.38
23	68	1	84.77	164.34	13.24	57.87	3.35	1.62	7.50	0.88	4.16	27.01	87.71	26.40	238.67
24	68	1	71.14	134.74	12.53	49.10	3.33	1.50	7.74	2.04	4.41	22.92	94.11	21.64	196.14
25	68	1	77.36	113.31	9.04	56.16	3.07	1.97	7.82	1.20	4.75	26.21	73.17	15.78	197.31
1	M	2	227.75	134.15	17.57	49.49	2.74	1.96	6.31	2.70	3.56	23.10	96.81	39.30	83.70
2	M	2	203.41	103.06	19.51	42.69	3.18	1.77	6.97	1.32	3.80	19.92	78.64	33.89	83.47
3	M	2	238.51	137.84	21.49	38.26	2.98	2.17	6.50	2.31	3.52	17.86	93.36	44.70	85.15
4	M	2	278.40	142.66	17.07	59.82	2.89	2.38	6.99	1.64	4.09	27.92	101.78	39.30	83.91
5	M	2	312.37	110.82	21.83	48.82	2.91	1.78	7.97	2.26	5.06	22.78	113.23	39.30	81.11
6	17	2	156.49	176.28	10.44	39.90	2.94	1.82	7.06	1.26	4.12	18.62	115.12	24.32	154.21
7	17	2	163.03	136.67	16.77	49.54	3.31	1.91	8.28	1.22	4.96	23.12	117.96	21.27	170.58
8	17	2	250.44	113.99	24.91	38.42	2.61	1.81	8.11	1.48	5.50	17.93	227.58	18.22	180.29
9	17	2	209.25	109.28	18.61	58.51	2.83	2.03	6.43	2.60	3.60	27.31	144.82	21.27	151.76
10	17	2	194.80	100.86	18.35	50.57	3.21	1.58	8.06	1.79	4.85	23.60	101.92	21.27	114.21
11	34	2	283.32	169.36	15.97	47.67	3.27	1.89	8.08	1.36	4.81	22.25	106.69	26.55	166.90
12	34	2	383.09	136.18	17.06	35.32	2.98	2.38	8.20	2.37	5.22	16.49	143.37	21.91	151.91
13	34	2	322.24	143.07	35.39	53.63	3.16	1.88	7.05	2.51	3.89	25.03	143.31	36.00	174.31
14	34	2	300.31	150.20	35.58	67.91	3.24	2.03	8.28	3.58	5.04	31.69	163.24	28.15	193.84
15	34	2	322.24	163.58	16.88	61.81	3.19	2.41	9.14	1.71	5.95	28.85	165.22	28.15	147.55
16	51	2	284.42	135.79	18.38	49.46	3.20	1.75	8.13	1.31	4.93	23.08	111.30	26.11	187.94
17	51	2	279.73	148.61	24.84	48.22	2.84	1.95	7.49	1.82	4.65	22.51	137.79	36.03	173.04
18	51	2	262.95	158.05	21.40	48.41	2.97	1.88	7.80	1.79	4.83	22.59	112.18	32.65	183.99
19	51	2	275.70	189.76	20.98	47.57	2.87	1.94	7.80	2.24	4.93	22.20	87.44	35.81	190.98
20	51	2	275.70	158.05	21.40	48.41	2.97	1.88	7.80	1.79	4.83	22.59	112.18	32.65	183.99
21	68	2	236.74	140.09	28.99	40.92	3.12	1.91	7.28	1.55	4.16	19.10	120.15	31.39	136.31
22	68	2	342.98	117.88	22.02	41.29	3.39	2.08	7.48	2.03	4.09	19.27	103.39	17.93	178.96
23	68	2	289.86	165.62	27.17	56.45	3.54	2.17	8.22	2.51	4.69	26.35	154.32	26.25	218.60
24	68	2	289.86	195.98	30.73	49.78	3.50	1.76	7.97	1.16	4.47	23.23	143.06	20.05	196.27
25	68	2	289.86	114.22	26.93	54.05	3.03	2.22	8.21	2.66	5.18	25.22	106.45	23.91	148.94

## Apêndice B – Dados de Carçaça

ANIMAL	TRATAMENTO	PESO AO ABATE	PCQ	PCF	RCF	COMP. CARCA (cm)	LARG. CARG. (cm)	COMP. PERNA (cm)	ESP. COXAO (cm)	PER. COXAO (cm)	AOL (mm2)	EGS (cm)	pH INICIAL	pH 24h	TEMP INICIAL	TEMP 24h
1	M	393	220.00	216.90	55.19	130.8	42.5	85.0	13.0	109.0	7245.60	1.60	6.57	5.36	35.3	6.4
2	M	412	228.00	225.20	54.66	134.0	45.5	79.0	17.8	107.0	.	2.05	6.37	5.32	37.2	7.1
3	M	408	231.00	227.20	55.69	140.0	43.0	85.0	15.5	107.0	6334.38	2.53	6.44	5.27	36.7	6.2
4	M	428	250.00	247.10	57.73	137.0	46.0	80.5	14.0	112.5	6836.85	1.07	6.28	5.29	36.1	6.4
5	M	485	277.72	274.92	56.68	140.0	47.0	81.0	12.5	115.0	9563.37	.	6.46	5.40	36.4	6.7
6	17	451	246.80	242.90	53.86	134.0	47.5	81.5	14.0	115.0	7136.43	2.68	6.26	5.26	38.7	12.9
7	17	432	253.30	249.40	57.73	134.0	45.3	76.0	12.0	111.0	6606.59	3.34	6.53	5.32	37.5	12.9
8	17	454	243.70	239.50	52.75	134.6	45.1	83.0	14.5	108.5	7708.57	3.97	6.36	5.48	37.8	12.5
9	17	478	261.00	257.50	53.87	137.2	45.0	83.0	12.5	112.5	6671.39	1.69	6.15	5.31	38.0	7.1
10	17	538	301.00	296.90	55.19	146.0	48.5	84.0	13.5	116.5	9196.35	2.04	6.29	5.30	37.0	7.2
11	34	489	284.30	279.90	57.24	135.0	44.5	80.5	12.7	110.5	6662.97	2.73	6.43	5.27	39.1	13.3
12	34	494	301.30	296.30	59.98	136.5	46.0	82.5	14.5	120.0	7890.44	2.70	6.48	5.39	37.1	13.0
13	34	518	301.80	297.00	57.34	139.5	45.5	82.0	14.0	117.0	7890.85	3.74	6.24	5.41	39.8	13.4
14	34	523	305.00	301.40	57.63	144.0	48.0	86.0	15.0	117.0	8453.86	2.97	6.09	5.38	37.3	6.7
15	34	539	323.00	318.30	59.05	140.5	46.5	83.5	17.0	124.0	5649.46	2.02	6.47	5.47	35.4	7.7
16	51	487	284.50	280.00	57.49	140.0	43.0	80.5	13.5	110.5	8153.11	6.72	6.31	5.49	39.5	13.1
17	51	463	270.80	266.79	57.62	132.1	42.9	79.5	13.0	111.5	6539.29	5.14	6.60	5.77	37.2	13.0
18	51	550	328.00	324.60	59.02	137.0	47.5	86.0	15.0	129.0	6998.97	4.41	6.50	5.24	37.6	7.0
19	51	521	320.60	316.00	60.65	138.0	45.0	81.0	13.8	114.5	7453.99	9.55	6.23	5.29	38.7	13.6
20	51	560	328.90	324.40	57.93	135.7	42.0	81.0	14.0	122.0	7128.12	6.04	6.35	5.24	39.6	14.3
21	68	523	311.20	305.10	58.34	138.1	41.0	79.0	13.8	116.5	7817.14	7.27	6.31	5.23	38.8	14.5
22	68	537	324.30	319.00	59.40	140.3	44.7	84.0	14.5	117.0	7554.64	7.34	6.40	5.39	40.6	13.2
23	68	581	346.00	342.30	58.92	143.5	45.0	84.0	13.5	120.5	9818.34	9.07	6.19	5.40	39.0	10.0
24	68	539	321.00	316.60	58.74	138.00	45.00	83.00	13.50	110.00	9324.88	10.41	6.44	5.73	38.8	13.4
25	68	586	367.00	363.70	62.06	144.80	46.50	84.00	13.00	124.50	7656.50	4.36	6.36	5.23	37.1	8.5

### Apêndice C – Dados de Cortes Dianteiros

ANIMAL	TRATAMENTO	ACÉM	COSTELA DO DIANT	CUPIM	PALETA	PEITO	PEIXINHO	PESCOCO	MUSC DIANT
6	17	8.820	2.335	1.705	12.480	5.300	0.480	13.290	3.765
7	17	10.780	2.505	2.495	12.480	6.175	0.640	14.780	3.150
8	17	8.340	2.295	3.025	11.200	5.770	0.645	12.940	3.240
9	17	8.150	2.770	4.415	12.210	6.945	1.030	12.300	3.905
10	17	14.680	3.345	3.020	13.945	9.310	0.950	13.375	4.125
11	34	10.300	2.470	1.995	14.190	7.215	0.845	14.840	3.720
12	34	14.740	2.625	2.685	14.670	8.520	0.695	15.890	3.550
13	34	11.430	3.200	2.825	14.210	7.880	0.750	14.770	4.010
14	34	10.410	3.620	2.315	14.110	7.640	1.220	13.490	3.795
15	34	16.030	2.979	2.235	14.910	7.140	0.785	16.200	3.965
16	51	11.300	2.925	1.945	14.010	6.765	0.555	15.760	3.575
17	51	10.740	2.825	2.045	12.620	6.965	0.745	13.740	3.530
18	51	13.530	2.585	3.425	14.410	6.910	0.875	17.080	4.035
19	51	13.930	3.350	3.190	14.440	8.660	0.985	16.370	3.905
20	51	14.510	3.390	3.340	15.400	9.410	1.085	13.750	3.765
21	68	13.880	3.320	2.275	14.260	7.335	0.985	15.860	3.955
22	68	12.260	3.120	2.690	16.210	8.850	1.085	15.800	4.315
23	68	12.700	4.825	2.430	13.870	9.510	1.040	18.090	3.930
24	68	10.960	3.080	3.650	13.700	9.140	0.815	14.210	3.875
25	68	18.150	3.505	2.195	17.860	7.900	0.860	15.110	4.480



### Apêndice D – Dados de Cortes Traseiros

ANIMAL	TRATAMENTO	ALCATRA	ARANHA	CAPA DO CONTRAFI	COSTELA DO TRAS	CHA DE DENTRO	CHA DE FORA	CONTRAFI	FILEMIGNON	FRALDAO	LAGARTO	MAMINHA	MUSC TRAS	PATINHO	PICANHA	BISTECA
6	17	3.88	0.43	2.07	8.56	10.14	4.69	2.77	2.29	4.12	2.54	1.43	6.99	5.03	2.32	5.40
7	17	3.88	0.36	2.41	8.72	9.13	4.82	3.43	2.12	4.14	2.24	1.71	6.40	4.88	2.26	5.55
8	17	3.79	0.47	1.82	7.76	9.27	5.00	3.28	2.18	4.86	2.61	1.66	6.23	5.14	2.34	4.97
9	17	4.26	0.42	1.93	8.06	9.96	4.40	3.48	2.55	4.30	2.58	1.58	7.83	5.61	2.35	5.92
10	17	4.91	0.45	2.49	10.00	11.39	5.44	4.23	2.50	4.81	2.55	1.94	7.98	5.37	2.20	6.70
11	34	4.27	0.40	2.50	10.15	11.26	5.34	3.83	2.75	4.39	2.92	2.19	7.03	6.05	2.17	6.23
12	34	4.82	0.44	2.94	8.91	11.95	5.72	3.95	2.76	4.64	3.03	1.73	7.49	6.44	2.58	5.67
13	34	4.82	0.52	2.72	11.22	11.25	5.58	4.29	2.73	5.31	2.95	1.68	7.53	6.11	2.58	6.72
14	34	5.05	0.42	3.00	11.09	11.56	5.72	3.80	2.81	5.46	2.89	2.11	8.26	6.08	2.67	6.93
15	34	5.10	0.45	3.06	12.64	12.50	5.45	4.04	2.57	4.82	2.94	2.05	7.27	6.22	2.74	6.74
16	51	4.52	0.41	2.86	8.48	10.62	5.14	4.10	2.62	4.76	3.11	1.55	6.91	5.45	2.52	6.81
17	51	3.74	0.47	2.26	9.29	9.79	4.93	3.78	2.04	5.42	3.13	1.71	6.91	5.69	2.39	6.28
18	51	4.77	0.56	3.26	11.94	11.97	6.23	4.43	2.66	5.10	3.50	2.13	7.94	6.41	3.14	6.98
19	51	4.86	0.50	6.94	7.44	11.63	6.03	4.46	2.55	5.57	3.02	2.28	7.38	5.74	2.58	7.77
20	51	5.24	0.42	1.82	10.83	12.00	6.11	4.52	2.37	7.89	3.37	2.36	7.64	6.91	3.24	7.43
21	68	4.08	0.49	2.77	11.46	11.82	5.10	5.25	2.84	5.64	3.14	1.99	7.93	6.28	2.75	7.81
22	68	5.16	0.48	1.66	10.28	12.92	6.73	4.81	2.84	5.91	3.02	1.09	8.53	6.20	2.47	8.28
23	68	5.37	0.60	2.96	13.08	12.00	5.92	4.79	2.82	8.03	2.88	2.78	8.15	6.28	3.10	8.22
24	68	5.29	0.56	2.63	12.90	12.05	5.96	4.36	2.68	6.86	2.90	2.01	7.60	5.60	3.03	7.85
25	68	5.89	0.52	2.83	14.13	13.33	6.69	6.32	3.28	5.89	3.79	2.52	9.20	7.12	3.80	9.46

### Apêndice E – Dados de Qualidade

ANIMAL	TRATAMENTO	PERD. COCCAO	PERD. RESF.	CRA	FOR. CICAL.	COR L	CORA	COR B
6	17	39.00	1.58	73.98	3.43	30.13	13.71	6.25
7	17	39.86	1.54	66.49	3.30	29.24	18.34	7.36
8	17	41.60	1.72	72.12	2.83	28.06	15.06	5.59
9	17	33.86	1.34	67.70	2.23	33.00	15.23	8.46
10	17	31.50	1.36	74.39	2.67	31.09	19.00	8.25
11	34	28.15	1.55	68.29	2.33	32.92	13.68	6.98
12	34	31.90	1.66	72.65	2.87	24.63	10.93	4.07
13	34	33.70	1.59	71.66	1.87	29.32	14.35	6.17
14	34	35.25	1.18	66.75	3.43	33.52	15.88	8.40
15	34	32.25	1.46	70.91	2.40	32.61	13.84	9.47
16	51	36.62	1.58	70.27	2.97	31.02	16.61	7.63
17	51	34.70	1.48	74.22	3.50	28.90	14.33	5.58
18	51	36.46	1.04	70.72	3.41	30.81	16.96	7.26
19	51	38.43	1.43	68.82	3.77	32.29	19.57	8.37
20	51	36.09	1.37	69.57	3.40	31.01	17.33	7.47
21	68	24.60	1.96	69.80	2.99	30.67	17.10	7.28
22	68	27.73	1.63	68.56	4.90	31.86	17.24	7.11
23	68	23.13	1.07	71.34	1.70	32.07	18.75	7.95
24	68	22.92	1.37	69.51	3.17	27.67	14.09	6.09
25	68	24.60	0.90	69.80	2.20	31.08	18.33	7.95