

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIOVANA FANCHIN ZANETTI

RELAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL COM PARÂMETROS
METABÓLICOS E DE CARÇA EM BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

CURITIBA

2012

GIOVANA FANCHIN ZANETTI

RELAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL COM PARÂMETROS
METABÓLICOS E DE CARÇA EM BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Produção Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rossi Junior

CURITIBA

2012

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**PARECER**

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “**RELAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL COM PARÂMETROS METABÓLICOS E DE CARCAÇA EM NOVILHOS DA RAÇA PURUNÃ**” apresentada pela Mestranda GIOVANA FANCHIN ZANETTI declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato APROVADO para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 26 de Março de 2012


Professor Dr. Paulo Rossi Junior
Presidente/Orientador


Professor Dr. Rodrigo de Almeida
Membro


Professor Dr. Diego de Córdova Cucco
Membro

Dedico:

Aos meus queridos pais, Luiz e Cláudia por
todo amor e pelos ensinamentos.

Ao meu marido André pela ajuda e
compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção e proteção.

Aos meus pais pela dedicação, carinho e pelo apoio para a realização deste curso.

Ao meu marido André pela grande ajuda e paciência.

Ao professor Paulo Rossi Junior pela oportunidade de realizar o Mestrado.

Ao professor Rodrigo de Almeida pela grande ajuda nas discussões do trabalho.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná que proporcionou a realização do experimento e em especial ao pesquisador José Luiz Moletta e aos funcionários os quais ajudaram na realização do trabalho de campo.

Aos colegas de pós graduação Sergio e Isabel pelo companheirismo na execução do trabalho.

Aos estagiários do LAPBOV que ajudaram na execução do experimento, em especial ao Gil, Gustavo, Nelson, Tiago e Laura.

Aos professores do comitê de orientação que colaboraram com meu trabalho Patrick Schmidt e Simone Gisele de Oliveira.

A Capes- Reuni pela bolsa de estudos concedida.

A Universidade Federal do Paraná - Setor de Ciências Agrárias pela formação acadêmica.

À Luciana e a Damaris pela ajuda nas análises laboratoriais.

Aos funcionários do laboratório de Nutrição pela realização das análises.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização desta pesquisa.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Instalação experimental do Instituto Agronômico do Paraná.	27
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da ração total misturada em %.....	28
Tabela 2 - Composição bromatológica da ração total misturada com base na MS. .	28
Tabela 3 - Composição bromatológica da silagem de milho utilizada no experimento.	28
Tabela 4 - Parâmetros de eficiência e suas correlações com o CAR (rCAR) e CA (rCA).....	31
Tabela 5 - Características produtivas de touros Purunã com alto, médio e baixo CAR.....	33
Tabela 6 - Correlações do CAR (rCAR) e da CA (rCA) com características de carcaça e suas respectivas médias e desvios-padrões.	34
Tabela 7 - Características de carcaça mensuradas por ultrassonografia de touros Purunã com alto, médio e baixo CAR.	36
Tabela 8 - Médias e desvios-padrões (DP) de metabólitos sanguíneos e correlações destes com o consumo alimentar residual (rCAR) e conversão alimentar (rCA).....	48
Tabela 9 - Perfil metabólico e celular sanguíneos de tourinhos Purunã com diferentes classes de CAR em função do tempo.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

AOLi - área de olho de lombo inicial

AOLf - área de olho de lombo final

AOLg - ganho em área de olho de lombo

CA - conversão alimentar

CAR - consumo alimentar residual

CMS - consumo de matéria seca

CMS % PV - consumo de matéria seca com base no peso vivo

CMSobs - consumo de matéria seca observado ou real

CMSest - consumo de matéria seca estimado ou previsto

CPK - creatinofosfoquinase

CRE - creatinina

DEP - diferença esperada de progênie

EA - eficiência alimentar bruta

EGSi - espessura de gordura subcutânea inicial no músculo *Longissimus dorsi*

EGSf - espessura de gordura subcutânea final no músculo *Longissimus dorsi*

EGSg - ganho em espessura de gordura subcutânea no músculo *Longissimus dorsi*

EGPi - espessura de gordura subcutânea inicial no músculo *Biceps femoris*

EGPf - espessura de gordura subcutânea final no músculo *Biceps femoris*

EGPg - ganho em espessura de gordura subcutânea no músculo *Biceps femoris*

EE - extrato etéreo

FDA - fibra em detergente ácido

FDN- fibra em detergente neutro

GMD - ganho de peso médio diário

MS - matéria seca

NDT - nutrientes digestíveis totais

PB - proteína bruta

PMet - peso médio metabólico

PPT - proteínas plasmáticas totais

PV - peso vivo

PVI - peso vivo inicial

PVF - peso vivo final

TGI - trato gastro intestinal

URE - ureia

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
SUMÁRIO	x
CAPÍTULO I - CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL, PARÂMETROS METABÓLICOS E DE CARÇA EM BOVINOS DE CORTE.....	
1	1
RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 CONSUMO ALIMENTAR EM BOVINOS DE CORTE	5
2.2 EFICIÊNCIA ALIMENTAR EM BOVINOS DE CORTE	6
2.3 CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL (CAR)	7
2.3.1 CAR e benefícios ambientais.....	8
2.3.2 CAR, características de carcaça e qualidade da carne	9
2.3.4 CAR e metabólitos proteicos.....	11
3 CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO II – CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E PARÂMETROS DE CARÇA EM TOUROS PURUNÃ.....	
22	22
RESUMO.....	22
ABSTRACT	23
1 INTRODUÇÃO.....	24
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 CRONOGRAMA EXPERIMENTAL	26
2.2 LOCAL DO EXPERIMENTO, ANIMAIS EXPERIMENTAIS E MANEJO	26
2.3 DIETA EXPERIMENTAL	27
2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	29
2.5 MEDIDAS DE ULTRASOM	30
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4 CONCLUSÃO	38

REFERÊNCIAS.....	39
CAPÍTULO III – CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E METABÓLITOS	
PROTEICOS EM TOUROS PURUNÃ	42
RESUMO.....	42
ABSTRACT	43
1 INTRODUÇÃO.....	44
2 MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	46
2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS.....	53

CAPÍTULO I - CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL, PARÂMETROS METABÓLICOS E DE CARÇA EM BOVINOS DE CORTE

RESUMO

A rentabilidade na produção de bovinos de corte está diretamente correlacionada com a eficiência dos animais em converterem o alimento recebido em produto animal. Em virtude disto, métodos de seleção animal baseadas na eficiência alimentar são cada vez mais estudadas. Entre estas medidas, o consumo alimentar residual (CAR), proposto por Koch et al. (1963) e definido como a diferença entre o consumo observado e o estimado para manter as exigências de manutenção e crescimento passou a ganhar importância dos pesquisadores a partir da década de 90. A vantagem da aplicação deste conceito é a seleção de animais com menor consumo e menores exigências para manutenção para um mesmo ganho. Sabe-se que fatores relacionados ao metabolismo tecidual e proteico podem contribuir em parte com a variação no consumo alimentar residual. Contudo, associações entre os grupos de eficiência para CAR com características corporais e metabólicas apresentam divergências necessitando de maiores esclarecimentos a respeito. Neste contexto o objetivo do presente trabalho foi estudar as correlações existentes entre CAR, metabolismo proteico e características de carcaça e suas diferenças entre os grupos de CAR em bovinos de corte.

Palavras chave: bovinos de corte, carcaça, eficiência alimentar, metabólitos proteicos.

CHAPTER I – RESIDUAL FEED INTAKE, METABOLIC PARAMETERS AND CARCASS IN BEEF CATTLE

ABSTRACT

The profitability in beef cattle production is directly correlated with animal efficiency in convert feed into animal product. Because of this, measures of animal selection based in feed efficiency are increasing. Among these measures, residual feed intake (RFI), proposed by Koch (1963) and defined as the difference between the observed feed intake and the estimated feed intake to keep maintenance requirements and growth, has been gaining importance among researchers from de 90's. The advantage of using this concept is the selection of animals with lower consumption and lower maintenance requirements for the same production. It is known that factors related to tissue and protein metabolism may in part contribute to the residual feed intake variation. However, associations between RFI efficiency groups with body and metabolic parameters shown divergences, requiring further information about it. In this context, the objective of this work was to study the correlations between RFI, protein metabolism, carcass traits and differences between RFI groups in beef cattle.

Key words: beef cattle; carcass; feed efficiency; protein metabolites

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte brasileira possui um papel expressivo na pecuária mundial, sendo o país um dos maiores produtores comerciais de carne bovina. Estima-se que no ano de 2010 o país apresentou rebanho superior a 176,6 milhões de cabeças e produziu cerca de 7,8 milhões de toneladas de carne (ANUALPEC, 2010). Porém comparando com outros países a produtividade do rebanho é baixa, levando em conta a produção em quantidade e não a qualidade da carne. Neste contexto, torna-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que visem maior produtividade e lucratividade da pecuária brasileira.

De acordo com Lana e Almeida 2004 a maioria dos programas para melhoramento genético em bovinos de corte dão ênfase a seleção baseada em características como ganho médio diário, peso em diferentes idades e características reprodutivas. Contudo o aumento na eficiência visando o aspecto alimentar seria mais vantajoso sendo que entre os custos de produção de bovinos de corte os gastos com nutrição geralmente representam a maior parte (Archer et al., 2002). Além da redução dos custos, a seleção com base na eficiência alimentar seria válida no aspecto ambiental, pois estudos comprovam que animais mais eficientes neste aspecto produzem menos poluentes como esterco, gás carbono e metano por unidade de carne comercializada (Hegarty et al., 2007; Montanholi et al., 2008).

O consumo alimentar residual (CAR), proposto por Koch et al em 1963 é um conceito que começou a ganhar importância a partir da década de 90 e em pesquisas recentes no Brasil tem demonstrado ser uma ótima ferramenta para avaliar a eficiência alimentar. Este conceito baseia-se na fundamentação de que há possibilidade de selecionar animais que consomem menos para o mesmo ganho de peso (Herd et al.; 2003), portanto com menores exigências para manutenção.

Pesquisas demonstraram que existem correlações genéticas entre CAR, características de carcaça (Basarab et al., 2003) e parâmetros sanguíneos (Kelly et al., 2010; Santana, 2012; Richardson et al., 2002; Richardson et al., 2004), desta forma o estudo e determinação destas correlações apontam uma oportunidade de aperfeiçoamento na aplicação deste conceito que vem se tornando tão importante.

Justifica-se este trabalho pela necessidade de maiores conhecimentos dos mecanismos contribuintes para as causas de variação no consumo alimentar residual e das consequências da adoção deste parâmetro de eficiência.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONSUMO ALIMENTAR EM BOVINOS DE CORTE

O consumo de alimento é essencial para nutrição, determinando a ingestão de nutrientes os quais são fundamentais para manutenção e produtividade animal.

Existem mecanismos de curto e longo prazo que controlam a ingestão de alimentos. A diminuição ou aumento do consumo pode estar relacionada a demanda energética, estado fisiológico, nível de produção e efeitos ambientais (Mertens,1994). De acordo com Araújo et al.(1998) a energia também tem importante papel na regulação do consumo, portanto fatores que limitam a sua utilização levam a redução do consumo. Em virtude disto, o mesmo autor ressalta a importância em formular dietas com adequados teores de matéria seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE).

Segundo Cabral et al. (2006) a resposta a produtividade do animal se dá em função do consumo, digestibilidade e o metabolismo de nutrientes ingeridos pelo animal. Neste contexto, o consumo de matéria seca torna-se importante, pois estabelece a quantidade de nutrientes disponíveis para produção e manutenção dos animais (NRC, 1996).

De acordo com Mertens (1994) os fatores limitantes do consumo são o alimento fornecido, as condições da alimentação e o animal, o qual ajusta seu consumo e a produtividade de acordo com a dieta. O mesmo autor também relata que o consumo é limitado pela demanda energética do animal no caso de dietas com alta demanda energética (baixa proporção de fibra) e por fatores de enchimento ruminal em dietas com alta proporção de alimentos fibrosos. Ainda neste contexto, Silva (2006), relata que em dietas com alto teor de fibra em relação às exigências do animal, a relação entre consumo e FDN será negativa. Já quando em dietas com menores proporções de fibra a relação será positiva.

Com relação ao grupo genético, Oliveira et al.(1991) observaram diferenças com relação ao consumo entre *Bos indicus*, *Bos taurus* e seus mestiços. Almeida (2005) também verificou um maior consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo em g/kg em animais taurinos recebendo concentrado. De acordo com Valadares Filho et al. (1987) zebuínos tem uma maior capacidade digerir alimentos

fibrosos, sendo que o animal atinge seu ponto máximo de consumo em uma dieta com aproximadamente 68% de NDT no caso de taurinos e 65% para zebuínos, quando uma dieta é formulada com a proporção volumoso: concentrado em torno de 50:50 (Van Soest,1994).

Fox et al. (1988) relatou que a gordura corporal parece afetar também o consumo alimentar, de forma que em animais adultos a gordura poderia desencadear uma reação de retroalimentação no controle na ingestão de alimentos. Outra hipótese para este fato seria uma maior produção de leptina em animais com maior gordura corporal, visto que este hormônio produzido pelo tecido adiposo atua no hipotálamo inibindo o consumo (Sainz et al.,1998). Em virtude disto, torna-se importante considerar a composição corporal em equações de predição do consumo quando a porcentagem de gordura corporal for superior a 26,5% (Fox et al.,1988).

Com relação a idade, segundo o NRC (1996), novilhos de sobreano geralmente consomem mais alimento por unidade de peso corporal quando comparados a bezerros.

2.2 EFICIÊNCIA ALIMENTAR EM BOVINOS DE CORTE

De acordo com Lanna e Almeida (2004) a eficiência alimentar é uma importante ferramenta para a lucratividade dos sistemas de produção de bovinos de corte, porém tem sido menosprezada pela indústria da carne bovina, pela dificuldade encontrada ao mensurar o consumo alimentar individual de animais confinados. Outro fator limitante na mensuração da eficiência é que a maioria dos índices de avaliação, como a conversão alimentar, ser fortemente relacionada com o ganho de peso vivo, aumentando o tamanho adulto do animal e seus requerimentos para manutenção (Archer et al.,1999).

Além da redução no custo de produção, um benefício de grande relevância ao selecionar animais mais eficientes seria uma redução significativa na necessidade de área de pasto para animais, e uma melhoria de diversos índices de impacto ambiental, destacando-se a emissão de carbono, metano e produção de esterco, produzindo a mesma quantidade de carne (Basarab et al.; 2001;2003).

Recentemente, pesquisadores da área de nutrição vêm incluindo em seus projetos medidas de eficiência alimentar como forma de selecionar animais mais

eficientes objetivando uma redução de custos com a alimentação a qual representa em torno de 70- 75% do custo de produção (NRC, 1996).

Define-se eficiência alimentar como a geração de produtos de origem animal com a menor quantidade de recursos possíveis (Ferrel e Jenkins, 1984) e esta depende de fatores como o consumo de alimentos, peso vivo do animal, estado fisiológico, composição do ganho de peso, condições ambientais, idade e fatores intrínsecos ligados à eficiência, isto é, taxas de digestão, absorção e eficiência de utilização da energia e proteína metabolizável (NRC, 1996).

Dentre as medidas para avaliar a eficiência alimentar, destacam-se a conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar bruta (EA) as quais são medidas brutas de eficiência e relacionando desempenho com o consumo (Schenkel et al.; 2004).

A limitação em selecionar animais apenas pela conversão alimentar é a seleção de animais mais tardios e com porte maior, os quais permanecem por mais tempo se alimentando até o abate (Gibb e McCallister, 1999). Neste aspecto, o consumo alimentar residual (CAR) traz a vantagem de não estar correlacionado com o tamanho ou peso corporal e com taxa de ganho de peso dos animais, podendo desta forma ser adotado como critério para selecionar animais mais eficientes não comprometendo o tamanho adulto do rebanho (Lanna e Almeida, 2004).

2.3 CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL (CAR)

O consumo alimentar residual, proposto por Koch et al. (1963) passou a ser melhor estudado na década de 90 por australianos e canadenses (Lanna e Almeida, 2004). Esta medida de seleção é definida como a diferença entre o consumo alimentar observado e o estimado, sendo este último calculado por equações de regressão do consumo em função do tamanho corporal e velocidade de crescimento (Koch et al.,1963). Desta forma, animais que possuem CAR com valores negativos para esta medida são mais eficientes, necessitando de menor quantidade de nutrientes para manutenção e taxa de crescimento.

Segundo Ferrel e Jenkins (1984) em torno de 70 a 75% da necessidade energética do animal é requerida para funções de manutenção, como o metabolismo basal de manutenção, movimentos voluntários, termorregulação, síntese de proteínas, gorduras, funções vitais e transporte de íons (Herd e Arthur, 2004).

Dentre os fatores contribuintes para variação do CAR em animais taurinos, o *turnover* protéico, estresse e metabolismo tecidual contribuem com 37%, seguidos pelo transporte iônico (27%), atividade (10%), digestibilidade (10%), incremento calórico (9%), composição corporal (5%) e finalmente comportamento ingestivo com 2% (Richardson et al.; 2004).

Uma das vantagens ao selecionar animais com base no CAR é que esta medida de eficiência possui uma herdabilidade classificada como moderada a alta de 0,28 a 0,43(Koch et al.,1963; Arthur et al., 2001).

No estudo de Herd et al. (2004) foi observado que touros Angus x Hereford mais eficientes com base no consumo alimentar residual resultaram em progênes também mais eficientes em sistemas de produção a pasto. Isso é extremamente proveitoso tendo em vista que o Brasil é um grande produtor de gado à pasto. Outro ponto benéfico da seleção com base nesta medida, relatado por Archer et al. (2002) é a sua alta correlação genética mensurada em fêmeas pós desmama e nas mesmas quando adultas ($r^2 = 0,98$).

No entanto, uma limitação que se encontra para realização desses projetos está relacionada ao custo do experimento o qual é muito maior do que o custo para se obter medidas de ganho de peso e medidas corporais. A mensuração do consumo individual implica em gastos em mão de obra e instalações, pela necessidade dos animais ficarem alojados em baias individuais (Castilhos, 2008). Porém, de acordo com Gomes (2009) este custo poderia ser minimizado com auxílio de marcadores moleculares para a característica CAR os quais estão sendo viabilizados recentemente.

2.3.1 CAR e benefícios ambientais

A pecuária extensiva tem sido apontada como grande causadora de problemas ambientais. O principal motivo é o fato de o metano, originado no processo de fermentação entérica de animais ruminantes contribuir com cerca de 15% com o efeito estufa (Pedreira e Primavesi, 2007). Neste aspecto, outro fato negativo é a perda de energia gerada no processo de produção deste gás levando a ineficiência produtiva.

Em um estudo feito por Hegarty et al. (2006) foi observado que animais com baixo CAR tiveram uma produção entérica de metano 7% menor do que animais de

alto CAR. Nkrumah et al. (2006) avaliando animais de acordo com o consumo alimentar residual alimentados com dieta a base de cevada verificaram uma redução de metano em torno de 28% em animais de baixo CAR. De acordo com os autores essa redução pode ser decorrente da maior digestibilidade aparente de matéria seca (MS) e proteína da dieta em animais mais eficientes (baixo CAR).

2.3.2 CAR, características de carcaça e qualidade da carne

A utilização de energia e proteína metabolizável pelo animal está correlacionada com a eficiência produtiva. De acordo com Owens et al. (1995) o crescimento animal consiste na deposição de proteína, gordura e minerais, sendo que ao atingir a maturidade fisiológica a deposição de proteína vai se tornando nula enquanto que a deposição de gordura aumenta (NRC, 1996). Isto ocorre porque durante esta fase o animal é mais eficiente em depositar energia, sendo a eficiência para depositar gordura em torno de 70% e para depositar tecido magro próxima de 20% nas fases de acabamento (NRC, 1996).

Já de acordo com Resende et al. (2006) a retenção de gordura nos animais jovens representa em torno de 50% da energia retida, já em animais adultos a energia retida pode chegar a 85-95%. Segundo estes autores quando a maturidade sexual dos animais é atingida a deposição de gordura ocorre de forma praticamente constante.

Uma limitação importante encontra-se ao se considerar animais selecionados para baixo CAR, e esta está relacionada à carcaças com um menor marmoreio e gordura subcutânea (Richardson et al., 2001; Santana, 2012). Em um estudo conduzido com zebuínos entre 16 e 21 meses de idade, Leme e Gomes (2007) verificaram que animais de baixo CAR apresentaram menor deposição de gordura subcutânea, menores quantidades de gordura renal, pélvica e inguinal e maior área de olho de lombo, sugerindo que estes animais apresentaram maior ganho em proteína e menor em gordura. Estes fatos podem ser explicados por duas situações, sendo a primeira explicada pela menor concentração de leptina, hormônio associado ao aumento de gordura, em animais menos eficientes para CAR (Richardson et al., 2004).

A segunda hipótese que explica a redução da gordura subcutânea em animais mais eficientes é com relação as mudanças do metabolismo dos tecidos em

resposta ao estresse, visto que animais de alto CAR são mais suscetíveis ao estresse (Arthur et al., 2001). Os mesmos autores também relatam que animais mais estressados supririam uma maior demanda energética com uma maior quebra tecidual das reservas corporais acarretando em menor eficiência de deposição de tecidos.

Uma forma se evitar a menor deposição de gordura em animais de baixo CAR seria classificar os animais com base no consumo estimado para a mesma composição do ganho não se baseando apenas no peso vivo e no ganho de peso (Lanna e Almeida, 2004).

Em contradição a estes estudos, pesquisas recentes correlacionando CAR e características de carcaça não verificaram diferenças quanto a composição de gordura corporal em diferentes grupos de CAR (Ribeiro et al, 2007; Paulino et al. 2005; Farjala, 2009) ou as correlações encontradas foram baixas (-0,05 e 0,17) Jensen et al. (1992) e Arthur et al.(2001) respectivamente.

De acordo com os estudos de Ribeiro et al. (2007) indivíduos com baixo CAR além de não diferirem na composição de gordura corporal com relação aos animais com CAR mais alto apresentaram menor peso de vísceras no trato gastro intestinal. Este fato pode ser vantajoso, visto que juntamente com o músculo esquelético o TGI é responsável por metade de todo gasto energético (Lobley et al.; 1980)

Diferenças na maturidade fisiológica dos animais podem explicar as diferenças encontradas nos estudos correlacionando CAR com espessura de gordura e área de olho de lombo. Em um estudo feito por Leme e Gomes (2007) com novilhos Nelore apresentando pesos iniciais e finais de 339 e 417 kg respectivamente, verificaram uma menor deposição de gordura subcutânea e maior área de olho de lombo em animais mais eficientes para CAR.

Almeida (2005) avaliando animais de mesma raça, porém com pesos iniciais e finais maiores (457 e 538 kg) não observou diferenças entre os grupos de eficiência quanto a deposição de gordura corporal e área de olho de lombo. De acordo com Gomes (2009) a discrepância entre os resultados pode ser em virtude de que os animais avaliados por Almeida (2005) estavam em uma fase de maturidade onde a composição do ganho é composta na sua maior parte por gordura.

Com relação à qualidade da carne, Mc Donagh et al. (2001), avaliando amostras do músculo *Longissimus dorsi* observou que animais mais eficientes apresentaram menor índice de fragmentação miofibrilar e maiores concentrações de calpastatina, quando comparados a animais menos eficientes, sugerindo que uma seleção baseada no CAR resultaria negativamente a maciez da carne. Contrariando este estudo, Baker et al (2006) avaliando características qualitativas da carcaça de novilhos Angus não verificaram diferenças nas amostras do músculo *Longissimus dorsi* avaliadas quanto a composição química, perdas por cozimento e atividade da enzima calpastatina em animais de alto e baixo CAR. Sendo a força de cisalhamento, escore de maciez e sabor também semelhantes nas diferentes classes de CAR. As divergências encontradas em trabalhos avaliando características de qualidade da carne e CAR podem estar associadas à variações individuais em diferentes grupos de eficiência além de diferenças genéticas e raciais entre os animais avaliados.

2.3.4 CAR e metabólitos proteicos

Dos processos metabólicos que contribuem para variação do CAR o *turnover* protéico e metabolismo de tecidos juntamente com o estresse contribuem com 37% para variação do CAR (Herd e Arthur, 2009). A compreensão destes fatores pode levar as causas das variações entre os grupos de eficiência.

2.3.4.1 CAR e concentração plasmática de proteínas

As principais proteínas plasmáticas são sintetizadas no fígado e possuem inúmeras funções como: manutenção da pressão osmótica e da viscosidade do sangue transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios e produtos de excreção, regulação do pH sanguíneo, atuam como catalisadores e na coagulação sanguínea além de formarem as bases para estruturas das células (Kaneko et al., 1997; Ortolani et al., 2002). Dentre as principais estão a albumina, globulina e fibrinogênio e os fatores que as influenciam são: idade, estado fisiológico e hormonal (Kaneko et al., 1997).

De acordo com Richardson et al. (2004) as proteínas plasmáticas totais, fundamentais como fonte de aminoácidos para síntese de tecido proteico,

encontram-se em maiores níveis séricos nos animais menos eficientes para CAR. Segundo Richardson et al. (2004) isto poderia ser atribuído a maiores taxas de catabolismo proteico em animais menos eficientes fenotipicamente.

Ainda neste contexto, Castro Bulle et al. (2007) avaliando animais mestiços Angus x Hereford verificaram que a energia líquida para manutenção (ELm) foi positivamente associada com a taxa de reciclagem proteica muscular, explicando a menor exigência para manutenção e menor perda proteica na forma de uréia em animais mais eficientes para CAR. De acordo com Morgan et al. (1993) afirmaram que menores taxas de degradação proteica contribuem para um maior crescimento muscular.

2.3.4.2 CAR e concentração de uréia plasmática

Sintetizada no fígado a partir da amônia proveniente do catabolismo de aminoácidos e reciclagem da amônia ruminal a uréia tem seu perfil plasmático alterado por causas renais e nível nutricional sendo nos ruminantes indicador da ingestão proteica (Ortolani et al., 2002).

Estudos avaliando parâmetros metabólicos de animais divergentes para CAR mostram que animais com maior CAR apresentam maiores concentrações de uréia plasmática. Richardson et al. (2004) trabalhando com novilhos Angus, atribuíram essa variação ao maior consumo de proteína em animais de alto CAR, e a maior degradação da proteína corporal. De acordo com Kahn et al. (2000) um desvio no suprimento dos aminoácidos menos eficientes também poderia explicar em parte a variação na eficiência de produção de proteína microbiana no rumem. Neste contexto, Santos (2006) relata que quando a velocidade de degradação ruminal de proteína ultrapassa a velocidade de utilização de compostos nitrogenados o excesso de amônia atravessa a parede do rúmen e pode ser perdida na forma de uréia.

De acordo com Russell et al. (1992), animais menos eficientes teriam um pior aproveitamento dos carboidratos disponibilizados no rúmen causando má sincronização com as fontes de proteína de rápida disponibilidade produzindo maiores quantidades de uréia. O consumo alimentar também pode ser correlacionado com o nível plasmático de uréia, sendo o aumento da ingestão de matéria seca por animais de alto CAR responsável pelo aumento nos níveis deste

metabólito (Berschauer et al., 1983; Clarke et al., 2009). O menor aproveitamento do amido da dieta também foi observado por Herd et al. (2004) quando medidas de degradabilidade deste carboidrato foram correlacionados com diferença esperada de progênie (DEP) para CAR.

Contrariando estes estudos, Kelly et al. (2010) avaliando parâmetros sanguíneos de novilhas em crescimento, não observaram diferenças na concentração sistêmica de uréia em diferentes fenótipos de CAR, porém no período de teste os autores verificaram uma correlação positiva da ingestão de matéria seca com uréia ($r = 0,46$).

2.3.4.3 CAR e concentração de creatinina

A creatinina plasmática é resultante do catabolismo de creatina presente no tecido muscular. Esta por sua vez é responsável pelo armazenamento de energia no músculo na forma de fosfocreatina. A excreção da creatinina é feita exclusivamente por via renal não havendo reabsorção e aproveitamento deste metabólito no organismo (Ortolani et al., 2002).

A quantidade de creatinina formada no corpo depende do peso vivo e da massa muscular. Este fato explica as maiores concentrações plasmáticas deste metabólito em animais de baixo CAR os quais possuem maior massa muscular e menores quantidades de gordura.

Concordando com estes fatos, Clarke (1996) trabalhando com ovelhas encontrou uma correlação negativa deste metabólito com espessura de gordura. Richardson et al (2004) também obteve correlação negativa entre creatinina e CAR ($r=-0,29$) evidenciando uma maior proporção muscular e menor conteúdo de gordura em novilhos mais eficientes após o abate. Santana (2009) avaliando touros zebuínos, apesar de encontrar uma correlação de baixo valor entre CAR e creatinina ($r=-0,11$), verificou tendência a uma maior concentração plasmática deste metabólito em animais mais eficientes ($P=0,13$).

2.3.4.4 CAR e concentração de creatinaquinase (CK)

A creatina quinase, também conhecida como creatina fosfoquinase é uma enzima utilizada para avaliar a função hepática de bovinos, encontra-se em

pequenas quantidades no plasma sanguíneo e em grandes quantidades no interior das células teciduais. O aumento da sua concentração sanguínea pode indicar alterações teciduais com escape desta enzima para o plasma sanguíneo (Kaneko et al, 1997). De acordo com Santana (2009), a creatina quinase encontra-se em maiores quantidades em animais com maior massa muscular, explicando sua correlação negativa com o CAR, de forma que animais mais eficientes apresentam maiores concentrações deste metabólito no sangue.

2.3.4.5 CAR e concentração plasmática de ácido úrico

O ácido úrico, resultante da degradação de purinas e ácidos nucleicos é um indicador do metabolismo ruminal recente, informando de forma indireta a quantidade de microorganismos presentes no órgão os quais aumentam de acordo com a qualidade nutricional e a ingestão de alimentos (Puchala e Kulaseck, 1992).

Estudos correlacionando a concentração plasmática de ácido úrico com o CAR e diferenças na sua concentração entre grupos de eficiência ainda não foram realizados, mas espera-se que este encontre-se em menor quantidade em animais mais eficientes visto que de acordo com Ortolani et al. (2002) quanto maior a quantidade de proteína e energia ingerida maior será a excreção deste metabólito.

3 CONCLUSÃO

A seleção de animais baseada no consumo alimentar residual mostra-se vantajosa visto que a produção de animais com menor consumo e menores exigências para manutenção aumentariam os lucros da pecuária brasileira. A redução da produção de esterco e da emissão de metano e gás carbônico pela seleção de animais mais eficientes traria significativos benefícios com relação a redução do impacto ambiental. Contudo, torna-se necessário a realização de mais estudos abordando a relação entre CAR e características de carcaça e suas diferenças entre animais zebuínos e taurinos em diferentes idades e pesos corporais. Trabalhos associando CAR e metabólicos proteicos ainda são escassos e contraditórios indicando a necessidade de mais pesquisas relacionadas ao tema.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento**. 2005, 181p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2005.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA - ANUALPEC. São Paulo: Angra FNP, 2010. 360 p.
- ARAÚJO, G.G.L. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.345-354, 1998.
- ARCHER, J.A.; RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: A review. **Australian Journal of Agricultural Science**, Collingwood, v. 50, p. 147-161, 1999.
- ARCHER, J. A. et al. Genetic variation in feed intake and feed efficiency of mature beef cows and relationships with post weaning measurements. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, **Anais...Montpellier**, 2002.
- ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; JOHNSTON, D.J. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other post weaning traits in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.79, p.2805-2811, 2001.
- BAKER, S. D et al. Residual feed intake of purebred Angus steers: Effects on meat quality and palatability. **Journal Animal Science**, v. 84, p.938–945, 2006.
- BASARAB, J.A. Net feed efficiency Project up date. **Western Forage/ Beef Group Newsletter**, v.6, n.3, p.3-5, 2001.
- BASARAB, J.A. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.83, p.189-204, 2003.
- BERSCHAUER, F.; CLOSE, W.H.; STEPHENS, D.B. The influence of protein: energy value of the ration and levels of feed intake on the energy and nitrogen metabolism of the growing pig. **British Journal of Nutrition**, v.49, p.271-283, 1983.
- CABRAL, L.S et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2406-2412, 2006.
- CASTILHOS, et al. Duração do período de avaliação pós desmame para medidas de desempenho, consumo e eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore. **VII Simpósio de Melhoramento Animal**, 2008.

CASTRO BULLE, F.C.P. et al. Growth, carcass quality, and protein and energy metabolism in beef cattle with different growth potentials and residual feed intakes. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, p.928-936, 2007.

CLARKE, J.N. Repeatibilities of blood plasma metabolites and their associations with leanness in genotypes showing a wide divergence in carcass composition. **Proceedings**...New Zealand Society of Animal Production, v.56, p.180-183, 1996.

CLARKE, A. M, et al. Live animal measurements, carcass composition and plasma hormone and metabolite concentrations in male progeny of sires differing in genetic merit for beef Production. **Animal** v. 3, p. 933–945,2009.

DUTRA, A.R. **Consumo, digestibilidade, desempenho, e composição das carcaças de novilhos superprecoces variando a proporção volumoso: concentrado das rações.** 214p. Tese de doutorado Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000.

FARJALA, Y.B. **Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore estratificados pela eficiência através do consumo alimentar residual.** 57p. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 2009.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, p.234-243, 1984.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J. Adjusting Nutrient Requirements of beef cattle for animal and environmental variations. **Journal Animal Science**, v.66, p. 1475 – 1495, 1988.

GIBB, D.J.; Mc ALLISTER, T.A. The impact of feed intake and feeding behavior of cattle on feedlot and feed bunk management. **Western Nutritional Conference, Proceedings**, v.20, p.101-116, 1999.

GOMES,R.C. **Metabolismo proteico, composição corporal, características de carcaça e qualidade da carne de novilhos Nelore (*Bos indicus*) em função de seu consumo alimentar residual.** Tese de doutorado. 93p. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos de São Paulo. Pirassununga, 2009.

HERD, R. M.; J. A. ARCHER.; P. F. ARTHUR. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 81, p.9-17, 2003.

HERD, R.M.; ODDY, V.W.; RICHARDSON, E.C. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle: 1. Review of potential mechanisms. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.44, p.423-430, 2004.

HERD, R.M. et al. Steer growth and feed efficiency on pasture are favorably associated with genetic variation in sire net residual feed intake. **Animal Production in Australia**, Collingwood, v. 25, p.93-96, 2004.

HERD, R.M.; ARTHUR, P.F. Physiological basis for residual feed intake. **Journal Animal Science**. v.87,p .64-71, 2009.

HEGARTY, R.S.et al. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. **Journal Animal Science** v.85, p.1479–14 86, 2007.

JENSEN, J. et al. Phenotypic and genetic relationships between residual energy intake and growth, feed intake, and carcass traits of young bulls. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, p. 386–395, 1992.

KAHN, L. P.; LENG, R. A.; PIPER, L.R. Rumen microbial yield from sheep genetically different for fleece weight. **Asian Australian Journal Animal Science**, p.137, 2000.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds.) **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. New York: Academic Press, p. 120-137,1997.

KELLY, A.K., et al. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 88, p.109-123, 2010.

KOCH, R. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.22, p.486-494, 1963.

LANNA, D.P.D.; ALMEIDA, R. 2004. Exigências nutricionais e melhoramento genético para eficiência alimentar: experiências e lições para um projeto nacional. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, p. 248-259.

LEME, P.R., GOMES, R.C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: XX ReuniónAsociaciónLatinoamericana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Perú. **Anais da XX Reunión Asociación Latinoamericana de Produccion Animal** (ALPA), 2007.

LOBLEY, G.E. et al. Whole body and tissue protein synthesis in cattle. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.43, p.491-502, 1980.

MCDONAGH, M.B. et al. Meat quality and the calpain system of feedlot steers following a single generation of divergent selection for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.41, p.103-121, 2001.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY. EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. **Proceedings of the National Conference on Forage Quality**. Lincoln: University of Nebraska. 1994. p.450-493.

MONTANHOLI, Y.R. et al. Application of infrared thermo graphy as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**, v.33 p. 468 - 475,2008.

MORGAN, J.B. et al. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, p.408-414, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C: National Academy Press. 212p, 1996.

NKRUMAH, J. D. et al. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84, p. 145-153, 2006.

OLIVEIRA, R.F.M., FONTE, C.A.A., SILVA, J.F.C. Consumo e digestibilidade de dietas com duas proporções de concentrados fornecidas a bovinos de três grupos genéticos. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 20, p. 513-521,1991.

ORTOLANI, E. L. et al. Avaliação Metabólico Nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite, urina). In: Congresso Nacional de Medicina Veterinária, 29., 2002, Gramado. **Anais ... Gramado:**, 2002.

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, n.10, p.3152-3172, 1995.

PAULINO, P.V.R. et al. Consumo residual, performance e características de carcaça de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. In: 6º Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, **Anais**. Uberaba, 2005.

PEDREIRA, M.S.; PRIMAVERSI, O. Impacto da produção animal sobre o ambiente. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.p.497-499.

PUCHALA, R.; KULASECK, G.W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using nucleic acid and urinary excretion of purine derivates. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72,p.821-830,1992.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.p.311-329.

RIBEIRO, F.R.B. et al. Relationships of feed efficiency with carcass and non-carcass tissue composition in Angus bulls and heifers. **Beef Cattle Research in Texas, College Station**, p.121-124, 2007.

RICHARDSON, E.C. et al. Body composition and implications for heat production of Angus steers progeny of parents selected for and against residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1065-1072, 2001.

RICHARDSON, E.C. et al. Blood cell profiles of steer progeny from parents selected for and against residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.42, p.901-908, 2002.

RICHARDSON, E.C. et al. Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.44, p.443-454, 2004.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.3551-3561, 1992.

SAINZ, R. Crescimento compensatório em bovinos de corte. In: Simpósio sobre produção intensiva de gado de corte, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 22-38.

SAINZ, R.D, et al. Carcass composition and visceral organs are similar at harvest in low- and high-residual feed intake groups of Angus-Hereford steers. **Proceedings...** Western Section, American Society of Animal Science, 2006.

SANTANA, M.H.A. **Relação do Consumo Alimentar Residual e Conversão Alimentar com características de carcaça, perfil metabólico e sanguíneo de touros da raça Nelore**. 62 p. Dissertação de Mestrado – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

SANTANA, M.H.A.; ROSSI JUNIOR, P.; ALMEIDA, R. CUCCO,D.C. Feed efficiency and its correlations with carcass traits measured by ultrasound in Nelore bulls. **Livestock Science**, v. 145, p. 252- 25, 2012.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.p. 257.

SCHENKEL, F.S.; MILLER, S.P.; WILTON, J.W. Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth and body compositions traits of young beef bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 84. P. 177- 185, 2004.

SILVA, J.F.C. Mecanismos reguladores do consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.p.57-77.

VALADARES FILHO, S.C., et al. Estudo comparativo da digestão de matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos alimentados com diferentes rações. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, p.120-130,1987.

VAN SOEST, P.J. Intake. In: **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Comstock Publishing Associations, 1994. 463p.

CAPÍTULO II – CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E PARÂMETROS DE CARÇAÇA EM TOUROS PURUNÃ

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar características de carcaça por meio de ultrassonografia em bovinos da raça composta Purunã separados em diferentes classes de CAR. Foram testados 60 animais em confinamentos com baias individuais com aproximadamente 10 meses de idade e com pesos iniciais e finais de $213,4 \pm 31,2$ kg e $346,5 \pm 40,8$ respectivamente, por um período de 126 dias. Os mesmos receberam dieta *ad libitum* composta por 580 g/kg de silagem de milho e 420 g/kg de concentrado, na forma de ração total misturada (RTM). A divisão dos animais em grupos de eficiência alimentar foi de acordo com o consumo alimentar residual (alto, médio e baixo CAR). Foram avaliadas no primeiro e no último dia experimental por aparelho de ultrassom as medidas de carcaça: área de olho de lombo do músculo *Longissimus* (AOL), espessura de gordura subcutânea entre a 12^a e a 13 costelas (EGS) e espessura de gordura subcutânea sobre o *Biceps femoris* (EGP) e seus respectivos ganhos. A média obtida para CAR foi de $0,00 \pm 0,37$ kg/d. Os pesos vivos iniciais e finais não variaram em função das classes de CAR, já com relação ao consumo de matéria seca observado os animais com baixo CAR apresentaram um consumo 11,3% menor quando comparado aos animais de alto CAR ($P < 0,01$). O ganho de peso dos animais foi semelhante entre as classes ($1,19 \pm 0,18$ kg/d). O CAR foi positivamente correlacionado ($P < 0,05$) com EGS final ($r=0,29$) e ganho em EGS ($r=0,29$), sendo observada uma tendência ($P=0,10$) para os animais mais eficientes apresentarem menores valores de EGS final e ganho. A CA foi correlacionada positivamente com AOLi ($P < 0,05$) e final ($P < 0,10$) e EGPI ($P < 0,10$). A diminuição as EGS final e ganho em touros jovens da raça Purunã mais eficientes para CAR indica que a adoção desta medida deve ser avaliada com cautela, haja visto que os animais mais eficientes podem produzir carcaças mais magras afetando a qualidade da carne.

Palavras chave: composição corporal, características de desempenho, deposição de tecidos, eficiência alimentar

CHAPTER II – RELATIONSHIP OF RESIDUAL FEED INTAKE WITH CARCASS TRAITS IN PURUNÃ BULLS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate carcass traits by ultrasonography in Purunã bulls separated into different RFI classes. We tested 60 animals in feedlots with individual pens approximately 10 months old, initial and final weights of 213.4 ± 31.2 kg / d and 346.48 ± 40.79 respectively, for a period of 126 days. The diet, on dry matter (DM) basis, was composed of 580 g kg^{-1} corn silage and 420 g kg^{-1} of concentrate, and provided ad libitum as total mixed ration (TMR). The animals division into feed efficiency group was in agreement with the RFI (high, medium and low RFI). Were evaluated at the beginning and the end of the experiment, by ultrasonic images carcass's measures: the ribeye area (AOL), subcutaneous fat thickness between the 12th and 13th rib (EGS) and subcutaneous fat thickness on the *Biceps femoris* muscle (EGP) and their respective gains. The RFI was calculated as the difference between the observed consumption and estimated consumption, the estimated consumption was calculated by regression equations between the metabolic weight and daily gain. The average RFI daily gain was 0.00 ± 0.37 kg / d. The initial and final body weights did not vary according to the RFI classes, as in relation to dry matter intake the animals with low RFI had a 11.3% lower consumption when compared to high RFI animals ($P < 0.01$). The body weight gain was similar between the RFI classes (1.19 ± 0.18 kg / d). The RFI was positively correlated ($P < 0.05$) with EGS final ($r = 0.29$) and EGS gain ($r = 0.29$), with a tendency ($P = 0.10$) for animals more efficient having lower EGS final and EGS gain. The feed conversion was positively correlated with the AOL inicial ($P < 0.05$), AOL final ($P < 0.10$) and EGP inicial ($P < 0.10$). The decrease in the EGS final and EGS gain in more efficient young bulls Purunã indicates that the adoption of this measure should be evaluated with caution, given the fact that more efficient animals produce leaner carcasses can affect meat quality.

Key words: body composition, performance traits, tissue deposition, feed efficiency

1 INTRODUÇÃO

Segundo MAPA (2011) o setor de carnes deverá apresentar intenso crescimento nos próximos anos, sendo estimado aumento de 2,3% no consumo ao ano e 2,6% de aumento nas exportações. Com este cenário, torna-se necessário o aumento da produtividade no sistema de produção de bovinos de corte e isto poderá ser possível com a seleção de animais mais eficientes.

De acordo com Lana e Almeida (2004) animais mais eficientes além de ingerirem menor quantidade de alimento, poderiam reduzir os impactos ambientais causados pela bovinocultura uma vez que necessitariam de uma menor área de pasto e emitiriam menores quantidades de gases do efeito estufa como gás carbônico e metano por unidade de carne produzida, pois teriam um aproveitamento mais eficiente da dieta.

Entretanto, medidas de eficiência alimentar mais comumente utilizadas como a conversão alimentar (CA) e a eficiência alimentar (EA), razões entre o consumo de MS (kg) e o ganho corporal (kg) apresentam sérias limitações, pois são altamente correlacionadas com taxa de crescimento e tamanho corporal. Sendo assim, a seleção baseada nessas medidas implicaria em aumento do tamanho adulto do rebanho e de seus requerimentos para manutenção (Herd et al., 2003).

Com o objetivo de superar as limitações descritas acima, Koch et al. (1963) propuseram o consumo alimentar residual ou consumo alimentar líquido, definido como o desvio entre o consumo observado e o predito para um mesmo ganho. O consumo predito é obtido por meio de equações de regressão entre o peso vivo metabólico e o ganho médio diário no período de estudo.

A utilização desta ferramenta de seleção tem se mostrado vantajosa sendo que esta apresenta baixa correlação com características de crescimento, onde animais mais eficientes possuem menores exigências para manutenção a medida que necessitam de menores quantidade de alimento para um mesmo nível de produção (Arthur et al., 2001).

Dentre as bases biológicas que afetam o consumo alimentar residual, estão envolvidos 5 principais processos como: consumo de alimentos, digestão, gastos energéticos, processos metabólicos de anabolismo e catabolismo incluindo a variação em atividade, termorregulação e composição corporal (Herd et al., 2004).

De acordo com Basarab et al. (2003) a composição corporal tem papel principal na definição da eficiência energética e esta por sua vez é influenciada por genótipo, dieta e estado fisiológico. A deposição de tecido magro e gordura têm diferentes custos de energia, existindo maior variação no ganho de tecido magro que ganho em gordura corporal, sendo a eficiência parcial na utilização dos nutrientes para depositar gordura em torno de 70-95% e para deposição da carne magra em torno de 40-50% (Herd e Arthur, 2009).

Existem evidências que animais com CAR negativo (mais eficientes) apresentam maior ganho em proteína (ganho em massa muscular), porém menores quantidades de gordura intramuscular e gordura de cobertura afetando negativamente a qualidade da carne (Basarab et al., 2003; Archer et al., 1999; Carstens et al., 2002). Entre outros fatores, a gordura subcutânea ou de cobertura afeta a velocidade de resfriamento da carcaça comportando-se como isolante térmico (Felicio, 1998). Desta forma, carcaças com adequada cobertura de gordura reduzem os efeitos de desidratação e encurtamento das fibras musculares resultantes do resfriamento que poderiam causar endurecimento da carne (Felicio, 1997).

Segundo alguns autores, uma forma de superar esta limitação seria estimar o consumo dos animais também pela composição do ganho, sendo o consumo ajustado por medidas de ultrassonografia (marmoreio e espessura de gordura subcutânea), as quais não implicam o sacrifício do animal.

Divergências entre animais mais eficientes para CAR e a qualidade do seu produto final poderiam anular os benefícios econômicos alcançados por meio desta seleção como a redução do consumo de matéria seca. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar as diferenças nos grupos de eficiência para CAR com relação ao desempenho) e características de carcaça de tourinhos Purunã mantidos em confinamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CRONOGRAMA EXPERIMENTAL

O experimento teve duração de 112 dias, sendo os primeiros 14 dias correspondentes ao período de adaptação.

A cada 28 dias, no período da manhã com restrição hídrica e alimentar de aproximadamente 16 horas, foram realizadas as pesagens e coletas de sangue dos animais. No primeiro e no último dia do período experimental, pós adaptação, foram obtidas imagens de ultrassom da parte posterior dos animais para obtenção dos dados de carcaça.

2.2 LOCAL DO EXPERIMENTO, ANIMAIS EXPERIMENTAIS E MANEJO

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Fazenda Modelo do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Ponta Grossa – PR (25°13'71''S 50°01'04''W). O clima da região segundo Koppen é classificado como subtropical mesotérmico úmido, sem estação seca, com verões frescos. As temperaturas dos meses mais frios oscilam entre -3°C a 18°C e 10°C a 34°C nos meses mais quentes. A região não apresenta estação seca definida, e sua pluviosidade anual fica entre 1200 a 1600 mm (IAPAR, 2000).

No período de 12 de abril a 16 de agosto de 2011 foram avaliados 60 machos inteiros da raça Purunã, filhos de 26 diferentes touros da mesma raça, com idade média de $10 \pm 0,9$ meses e pesos inicial e final médios de $213,4 \pm 31,2$ e $346 \pm 40,8$ kg, respectivamente.

A raça Purunã, formada no ano de 1996 por pesquisadores do IAPAR, é uma raça composta, originada do acasalamento entre as raças Charolês, Caracu, Aberdeen Angus e Canchim, na proporção de 25% do grau sangue de cada uma das raças formadoras (Perotto e Moletta, 2005).

Antes de serem confinados os animais permaneceram em pastagem de *Hermatiria florida* recebendo suplementação de concentrado.

Os animais foram desverminados nos dias 0 e 56, com a administração injetável de Ivermectina, sendo utilizado no dia 0 o vermífugo Ivomec® Gold da Merial do Brasil e no dia 56 Virbamec® L.A da Virbac.

Durante os dias experimentais animais foram alojados em baias individuais de alvenaria providas de comedouros e bebedouros, medindo aproximadamente 9 m² (Figura 1).



Figura 1 - Instalação experimental do Instituto Agrônomo do Paraná.
FONTE: O autor (2012)

2.3 DIETA EXPERIMENTAL

Após o período de adaptação dos animais à dieta e ao local teve início o período de avaliação. Durante todo este período onde os touros receberam uma dieta composta de silagem de milho, farelo de soja, soja grão integral moída, milho moído e sal mineralizado na forma de ração total misturada, com 73,8% de NDT estimado pela equação de Weiss et al. (1992) e 13% de proteína bruta. A dieta foi fornecida na proporção de 58% de volumoso e 42% de concentrado.

O milho utilizado na dieta foi previamente moído em moinho com capacidade para 800kg da marca Forplas® com peneira de 0,5 cm.

O milho utilizado para silagem (variedade IPR 1026 não híbrido) foi plantado no mês de setembro de 2010 e colhido entrando no estágio farináceo com tamanho de partícula médio de 2,5 cm. A colheita do mesmo ocorreu em janeiro de 2011. Os silos foram abertos com aproximadamente 40 dias de fermentação.

O fornecimento da dieta foi feito duas vezes ao dia às 8:00 e às 16:00 horas. Pela manhã era fornecido 40% da dieta total e a tarde 60%. Não foram adicionados à dieta aditivos alimentares nem promotores de crescimento. As porcentagens de cada ingrediente na dieta encontram-se na Tabela 1.

A composição bromatológica média da ração total misturada foi obtida por amostras analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Paraná (Tabela 2).

Tabela 1 - Composição da ração total misturada em %.

Ingredientes	%
Silagem de milho	58,00
Milho moído	27,30
Soja grão	7,60
Farelo de soja	6,30
*Minerais	0,80

FONTE: O autor (2012).

*Minerais sem uréia e sem ionóforo

Tabela 2 - Composição bromatológica da ração total misturada com base na MS.

Nutriente	%
Matéria seca	39,90
Nutrientes digestíveis totais	73,80
Proteína Bruta	13,00
Extrato Etéreo	3,80
Fibra em Detergente Ácido	20,10
Fibra em Detergente Neutro	38,60
Cálcio	0,60
Fósforo	0,30

FONTE: O autor (2012)

Tabela 3 - Composição bromatológica da silagem de milho utilizada no experimento.

Parâmetros	%
Matéria seca	28,60
Nutrientes digestíveis totais*	67,90
Proteína Bruta	7,30
Extrato Etéreo	2,10
Fibra em Detergente Ácido	33,50
Fibra em Detergente Neutro	56,20
Lignina	2,80
Cálcio	0,20
Fósforo	0,20

*O valor do NDT estimado pela equação de Weiss et al. (1992).

FONTE: O autor (2012)

Diariamente foram pesadas a dieta e as sobras para ajuste de consumo, mantendo-se uma porcentagem de sobras de 10% a 15% do fornecido, sendo o ajuste das dietas realizado de acordo com o teor de sobras.

2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

O consumo de alimentos, calculado com base na MS, foi estimado como a diferença entre a quantidade fornecida diariamente e as sobras. Para obtenção da composição das amostras das sobras, nas 10 últimas semanas experimentais foram retiradas sub-amostras diárias (em torno de 10%), sendo que no final de cada semana essas amostras foram agrupadas e homogeneizadas para formar uma amostra semanal.

O teor de matéria seca médio das sobras variou de 29,4 a 47,3% com média de 32,3%. O teor de MS da silagem e do concentrado também foi determinado semanalmente, sendo que a cada dia era retirada uma amostra da silagem.

Para obtenção do PV, os animais foram pesados a cada 28 dias com jejum alimentar e hídrico prévio de 14-16 horas, para ajuste de consumo individual, sendo o ganho de peso médio diário calculado através de regressão linear entre o tempo de confinamento e o PV individual.

O consumo de matéria seca observado (CMSobs), segundo a metodologia de Koch et al.(1963) foi calculado subtraindo a quantidade de alimento fornecida diariamente da quantidade de sobras. O consumo de MS estimado (CMSest) foi obtido pelo procedimento REG do SAS 9.0 (2002), sendo as regressões estimadas com base no CMS diário, PMet e GDP. A equação gerada para obtenção do CMSest foi a seguinte:

$$\text{CMSest} = - 0,97581 + (0,09165 \cdot \text{PMet}) + (2,0225 \cdot \text{GPD}) \quad R^2 = 0,83.$$

Os animais foram divididos nas classes CAR baixo ($\text{CAR} < -0,5 \cdot \text{DPCAR}$), médio ($-0,5 \cdot \text{DPCAR} < \text{CAR} < +0,5 \cdot \text{DPCAR}$) e alto ($\text{CAR} > +0,5 \cdot \text{DPCAR}$).

A eficiência alimentar foi calculada como a razão entre o GDP e o CMSobs e a CA pela razão inversa a EA.

2.5 MEDIDAS DE ULTRASOM

Foram realizadas duas avaliações de carcaça, no primeiro e no último dia experimental por meio de imagens de ultrassom do lado esquerdo do animal entre a 12^o e a 13^o vértebra lombar. O aparelho utilizado para avaliação destas imagens foi o Aloka SSD500, equipado com transdutor linear de 3,5 MHz e 178 mm de comprimento acoplado a uma guia acústica para melhor adaptação à anatomia do animal. Para melhor recepção das ondas acústicas, foi utilizado óleo vegetal como acoplante acústico. Foram avaliadas a área de olho de lombo no músculo *Longissimus dorsi* (AOLi e AOLf), a espessura de gordura subcutânea entre no músculo *Longissimus dorsi* (EGSi e EGSf) e a espessura de gordura subcutânea sobre o músculo *Biceps femoris* (EGPi e EGPf). Os ganhos dessas características foram avaliados durante o experimento (AOLg, EGSg e EGPg), subtraindo dos valores finais os valores iniciais. Todas as imagens foram armazenadas em um computador e analisadas através do software Lince[®].

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análises de correlação simples de Pearson foram realizadas entre CAR e CA e as concentrações dos metabólitos pelo procedimento CORR do SAS versão 9.0 (2002). Os dados também foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do SAS versão 9.0 (2002) em delineamento inteiramente casualizado com a inclusão do efeito de classe de CAR (alto, médio e baixo CAR). As médias entre classes foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer e quando $P < 0,05$ foram consideradas significativas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da regressão linear múltipla demonstrou que as variáveis PMet e GPD representaram 83% da variação do CMS_{obs} para o CAR. O alto valor do R^2 pode ter contribuído para que a inclusão de outras características não tenha alcançado significância.

A Tabela 4 apresenta os valores de consumo alimentar residual (CAR), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar bruta (EA), consumo de MS observado (CMS_{obs}), consumo de matéria seca estimado (CMS_{est}) consumo de MS expressa em percentual de peso vivo ($CMS\%PV$), peso vivo médio metabólico (PMet) e ganho médio diário (GMD) e suas correlações com o CAR e CA obtidos durante os 84 dias de experimento.

Tabela 4 - Parâmetros de eficiência e suas correlações com o CAR ($rCAR$) e CA (rCA).

Variáveis	Média	DP	$rCAR$	rCA
CAR (kg/MS/d)	0,00	0,37		0,45 **
CA	6,54	0,75	0,45 **	
EA	154,68	16,73	-0,48 **	-0,99 **
CMS_{obs} (kg/d)	7,69	0,90	0,41 **	0,05 **
CMS_{est} (kg/d)	7,69	0,82	0,00	-0,14
$CMS(\%PV)$	27,56	1,88	0,71 **	-0,27 **
PVI (kg)	213,43	31,25	0,00	0,43 **
PVF(kg)	346,48	40,80	0,00	0,01
Pmet(kg)	68,34	6,38	0,00	0,20
GMD(kg/d)	1,19	0,18	0,00	0,65 **

Desvio padrão da média (DP); consumo alimentar residual (CAR); conversão alimentar (CA). eficiência alimentar (EA); consumo de matéria seca observado (CMS_{obs}); consumo de matéria seca estimado (CMS_{est}) consumo de matéria seca observado com base no peso vivo ($CMS\%PV$); peso vivo inicial (PVI); peso vivo final (PVF); peso médio metabólico; (PMmet); ganho de peso diário (GPD). **= $P < 0,01$

FONTE: O autor (2012)

Os valores máximos e mínimos de CAR no presente estudo foram de 0,71 e - 1,27 kgMS/dia, respectivamente. Estes valores confirmam a variabilidade fenotípica para esta característica na raça Purunã. O desvio padrão de 0,37 kgMS/dia foi consideravelmente menor aos encontrados por Carstens et al. (2001) avaliando novilhos mestiços (0,82 kgMS/dia) e Arthur et al. (2001) com touros Charolês (0,74 kgMS/dia) e semelhante ao encontrado por Almeida (2005) com animais zebuínos (0,41 kgMS/dia). O menor desvio padrão encontrado pode ser explicado pela

homogeneidade do rebanho, visto que os animais, provenientes do mesmo local, foram submetidos ao mesmo manejo e dieta desde o nascimento.

O alto consumo de MS observado (média de 7,69 kg MS/d) pode ter sido em função do NDT estar próximo de 68%, pois, segundo Van Soest (1994) animais taurinos atingem o seu ápice do consumo nesta faixa de NDT da dieta.

O baixo ganho de peso observado durante este período (1,19 kg/d) pode ter sido decorrente da alta infestação com endoparasitos que os animais apresentavam no início do confinamento, sendo que observados frequentes surtos de tosse neste período. Outro fator que também pode ter contribuído para o baixo ganho de peso foi desmame precoce realizado pelo IAPAR com aproximadamente 4 meses de idade.

Como esperado, o CAR não apresentou correlação com os pesos vivos inicial e final ($P=0,97$) nem com o ganho médio diário ($P=1,00$). Em relação ao consumo de matéria seca observado foi obtida uma correlação significativa de $r^2=0,41$ ($P<0,01$).

Em contraste, a CA apresentou uma forte correlação ($P<0,01$) com o ganho de peso médio diário ($r=0,65$) e peso vivo inicial ($r=0,43$), evidenciando que a seleção com base nesta característica poderia aumentar o tamanho adulto do rebanho e seus requerimentos para manutenção conforme citado por Herd et al. (2003).

No presente estudo, o CAR foi moderado e positivamente correlacionado com conversão alimentar ($P<0,01$) e negativamente com eficiência alimentar ($r= 0,45$ e $-0,48$ respectivamente).

Conforme citado anteriormente, os animais foram classificados em grupos de eficiência para o CAR seguindo como critério o desvio padrão. Desta forma os 60 animais foram separados em alto CAR (37%), médio CAR (38%) e baixo CAR (25%). A Tabela 5 apresenta as médias entre as classes de CAR com relação as medidas de eficiência.

Tabela 5 - Características produtivas de touros Purunã com alto, médio e baixo CAR.

Variáveis	CAR classes			EPM	P
	Alto	Médio	Baixo		
n	22	23	15		
CAR (kg/MS/d)	0,36 ^a	-0,02 ^b	-0,49 ^c	0,05	<0,01
EA (kg ganho/kg MS)	144,79 ^a	157,19 ^b	165,34 ^b	3,36	<0,01
CA (kg MS/kg ganho)	6,98 ^b	6,42 ^a	6,10 ^a	0,15	<0,01
CMSobs(kg/d)	7,99 ^b	7,81 ^b	7,08 ^a	0,19	<0,01
CMS (%PV)	28,63 ^b	27,66 ^b	25,81 ^a	0,35	<0,01
PVI (kg)	214,8 ^a	213,9 ^a	210,7 ^a	7,19	0,92
PVF (kg)	344,54 ^a	351,78 ^a	341,20 ^a	9,35	0,71
PMmet	68,30 ^a	68,88 ^a	67,54 ^a	1,46	0,83
GMD(kg/d)	1,16 ^a	1,23 ^a	1,16 ^a	0,04	0,32

Número de animais (n); erro padrão médio (EPM); consumo alimentar residual (CAR); eficiência alimentar (EA); conversão alimentar (CA); consumo de matéria seca observado (CMS_{obs}); consumo de matéria seca estimado; consumo de matéria seca observado com base no peso vivo (CMS PV%); peso vivo inicial (PVI); peso vivo final (PVF); peso médio metabólico; (PMmet); ganho de peso diário (GPD); letras distintas nas linhas são médias diferentes pelo teste de Tukey-Kramer P<0,01.

FONTE: O autor (2012)

Os grupos de eficiência não diferiram entre si quanto aos pesos vivos inicial e final, peso médio metabólico e ganho médio diário (P>0,10). Os animais com alto e médio CAR apresentaram consumo de matéria seca em kg/d e por % do peso vivo maiores quando comparados à animais com baixo CAR, sendo a diferença no CMS_{obs} (kg/d) 11,4% a menos que os animais menos eficientes. De acordo com Castro Bulle et al. (2007) quando dois animais apresentam mesmos pesos corporais e taxas de ganho, porém com consumo diferente pode significar que o animal mais eficiente apresente menores exigências energéticas.

Os animais com alto CAR também apresentaram maior conversão alimentar quando comparados aos animais de baixo e médio CAR, indicando que estes animais teriam um maior consumo de matéria seca por kg de peso ganho. O contrário foi observado com relação a EA, visto que CA e EA são medidas inversas.

A redução no consumo para um mesmo ganho observada nos animais com baixo CAR é interessante principalmente em sistemas de confinamento onde os custos com alimentação representam grande parte dos custos do sistema produtivo.

Em um estudo de Di Costanzo et al. (1990) foi observado que vacas com maior massa proteica apresentaram maior energia requerida com manutenção, sendo que estas tenderam a depositar menor quantidade de gordura e maior quantidade de proteína. Neste contexto, características corporais como a deposição de tecidos

podem contribuir em grande parte para explicar possíveis variações no consumo de matéria seca.

A Tabela 6 mostra as médias, desvios padrões e correlações do CAR com características de carcaça.

Tabela 6 - Correlações do CAR (rCAR) e da CA (rCA) com características de carcaça e suas respectivas médias e desvios-padrões.

Variáveis	Média	DP	rCAR	rCA
AOLi(cm ²)	43,07	5,36	0,00	0,37**
AOLf(cm ²)	51,31	4,73	0,11	0,25 ⁺
AOLg(cm ²)	8,47	4,55	0,18	-0,22
EGSi(mm)	0,00	0,00	0,00	0,00
EGSf(mm)	0,65	0,88	0,29 [*]	0,12
EGSg(mm)	0,65	0,88	0,29 [*]	0,12
EGPi(mm)	0,69	0,72	0,16	0,24 [*]
EGPf(mm)	2,23	1,19	0,27	0,12
EGPg(mm)	1,60	1,19	0,24	-0,08

desvio padrão da média (DP); área de olho de lombo inicial (AOLi); área de olho de lombo final (AOLf); ganho em área de olho de lombo (AOLg); espessura de gordura subcutânea inicial (EGSi); espessura de gordura subcutânea final (EGSf); ganho em espessura de gordura subcutânea (EGSg); espessura de gordura da picanha inicial (EGPi); espessura de gordura da picanha final (EGPf); ganho em espessura de gordura da picanha (EGPg). * P<0,05, ** P<0,01, ⁺P<0,10.

FONTE: O AUTOR (2012).

Segundo Herd e Bishop (2000) o CAR apresenta uma correlação negativa com conteúdo de tecido magro, indicando que animais mais eficientes (baixo CAR) apresentariam uma maior proporção de tecido muscular. Contudo, no presente estudo, não foram verificadas correlações significativas (P>0,05) entre CAR e AOLi, AOLf e AOLg contrariando o estudo de Richardson et al. (2001) onde bovinos os Angus mais eficientes ganharam maiores proporções em AOL quando comparados aos menos eficientes.

Para conversão alimentar foi observada uma correlação moderada e significativa (P<0,01) com AOLi e uma correlação de 0,25 com AOLf (P<0,10), podendo indicar que animais com maior tamanho corporal teriam maiores gastos energéticos com manutenção e assim uma menor deposição de tecido muscular. Contudo os ganhos nesta medida não foram significativos (P>0,10) e apresentaram direção da correlação divergente.

A área do músculo *Longissimus dorsi* está diretamente relacionada à quantidade de músculos da carcaça e deve ser considerada no estudo das características de carcaça como indicador do desenvolvimento muscular e do rendimento de cortes de alto valor comercial (Willians, 2006), sendo que a seleção

de animais mais eficientes na deposição de tecido muscular traria benefícios econômicos ao sistema.

Pode ser observado no presente estudo que a EGPI também foi correlacionada positivamente com a CA, porém ganhos nesta medida não foram significativos ($P > 0,10$) apresentando uma baixa correlação em sentido oposto (-0,08).

A espessura de gordura subcutânea final e ganho sobre o músculo *Longissimus dorsi* foi positiva e significativamente correlacionada com o CAR ($P < 0,05$) indicando que animais com CAR positivo teriam uma maior deposição de gordura subcutânea na carcaça conforme citado nos estudos de Basarab et al., 2003; Archer et al., 1999; Carstens et al., 2002). De acordo com Robinson e Ody (2004) o consumo além do esperado em animais de alto CAR levaria ao aumento na deposição de gordura.

A magnitude da correlação encontrada entre CAR e a gordura subcutânea de $r = 0,29$ foi semelhante à encontrada por Basarab et al. (2003) avaliando bovinos de raças compostas ($r = 0,22$) e Nkrumah et al. (2007) os quais obtiveram uma correlação de 0,25 entre CAR e EGS.

Com relação as classes de CAR não foram observadas diferenças entre os grupos de eficiência quanto a composição corporal (Tabela 7), porém foi observada uma tendência ($P = 0,10$) dos animais de menor consumo alimentar residual apresentarem uma menor EGS final e ganho. De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se verificar que os animais de alto CAR tiveram uma deposição de EGS 0,70mm superior aos animais mais eficientes e 0,22 mm superior que os animais de eficiência intermediária (médio CAR).

Tabela 7 - Características de carcaça mensuradas por ultrassonografia de touros Purunã com alto, médio e baixo CAR.

Variáveis	CAR classes			EPM	P
	Alto	Médio	Baixo		
n	22	23	15		
AOLi (cm ²)	43,39	42,89	42,88	1,31	0,94
AOLf (cm ²)	51,57	51,89	50,00	1,25	0,57
AOLg (cm ²)	8,49	9,48	6,82	1,19	0,31
EGSi (mm)	0,00	0,17	0,00	0,01	0,45
EGSf (mm)	0,91	0,69	0,21	0,21	0,10
EGSg (mm)	0,91	0,69	0,21	0,21	0,10
EGPi (mm)	0,81	0,73	0,45	0,16	0,33
EGPf (mm)	2,31	2,57	1,35	0,45	0,25
EGPg (mm)	1,60	1,86	1,10	0,21	0,60

Número de animais (n); área de olho de lombo inicial (AOLi); área de olho de lombo final (AOLf); ganho em área de olho de lombo (AOLg); espessura de gordura subcutânea inicial (EGSi); espessura de gordura subcutânea final (EGSf); ganho em espessura de gordura subcutânea (EGSg); espessura de gordura da picanha inicial (EGPi); espessura de gordura da picanha final (EGPf); ganho em espessura de gordura da picanha (EGPg).

FONTE: O AUTOR (2012).

Os resultados de características de carcaça observados neste estudo foram semelhantes aos encontrados por Gomes (2009) e Farjala (2009) ambos avaliando animais da raça Nelore e Sainz et al. (2006) avaliando novilhos mestiços Angus-Hereford onde não foram observadas diferenças para AOL, indicando que os touros jovens da raça Purunã com diferentes classes de CAR teriam a mesma composição de tecido muscular.

Os baixos valores de gordura encontrada sobre músculo *Longissimus dorsi* justificam-se pelo fato dos animais serem jovens e não castrados.

As divergências encontradas nos resultados envolvendo CAR e parâmetros de composição corporal podem estar relacionadas a diferenças na maturidade fisiológica dos animais, visto que a deposição de tecido muscular e gordura corporal ocorre de forma distinta em cada fase da vida (Resende et al., 2006 e NRC, 1996).

As correlações fenotípicas não significativas ($P < 0,05$) encontradas entre CAR e EGP inicial, final e ganho contrariam os estudos de Santana et al. (2012) avaliando touros Nelore e Carstens et al. (2002) trabalhando com novilhos cruzados. Também não foram observadas diferenças entre espessura de gordura no músculo *Biceps femoris* e classes de CAR.

O fato de não serem encontradas associações significativas entre CAR e parâmetros de carcaça no presente estudo podem ser devido a duas principais causas. Sendo a primeira a idade na qual os animais se encontravam, entre 10 à 14

meses onde a composição do ganho é composta na sua maior parte por proteína sendo a deposição de gordura ainda pequena (Resende et al., 2006 e NRC, 1996) ou também pela deposição de gordura ocorrer em sentido caudo - cranial (Owens et al., 1993) não havendo tempo suficiente para verificar a fase final da deposição de gordura subcutânea, a qual é verificada mais próximo ao período de abate. A segunda causa seria explicada pela composição da raça Purunã a qual embora seja composta por 90% de sangue europeu, este é formado predominantemente por raças continentais mais tardias como o Charolês para acúmulo de gordura corporal.

Contudo, os resultados obtidos com relação a EGS evidenciaram que animais selecionados com base no CAR no período estudado poderiam apresentar futuros impactos negativos com relação à qualidade da carne, pois houve uma tendência em redução do EGS ($P=0,10$). Como relatado em trabalhos anteriores de Lanna e Almeida (2004), Basarab et al. (2003) e Carstens et al. (2002) a adoção deste critério como medida de seleção deve ser avaliado com cautela.

4 CONCLUSÃO

Há variabilidade fenotípica para a característica CAR na raça Purunã, sendo a magnitude desta variação semelhante a outros trabalhos.

No período estudado, os tourinhos Purunã mais eficientes perante ao CAR consumiram menos alimento para um mesmo ganho sem prejuízos nos atributos de carcaça.

Pode-se concluir que independente da classe de eficiência alimentar avaliada, as características de carcaça EGP e AOL obtiveram o mesmo comportamento.

Os resultados obtidos com a EGS indicam que a adoção do CAR como parâmetro de seleção deve ser cautelosa, pois pode resultar em prejuízos com relação a qualidade da carcaça.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento**. 2005, 181p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo, Piracicaba- SP, 2005.
- ARCHER, J.A.; RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: A review. **Australian Journal of Agricultural Science**, Collingwood, v. 50, p. 147-161, 1999.
- ARTHUR, P.F.; RENAND, G.; KRAUSS, D. Genetic and phenotypic relationships among different measures of growth and feed efficiency in young Charolais bulls. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.68, p.131-139, 2001.
- BASARAB, J.A,et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.83, p.189-204, 2003.
- BAKER, S. D. et al. Residual feed intake of purebred Angus steers: Effects on meat quality and palatability. **Journal Animal Science**, v. 84, p.938–945,2006.
- CARSTENS, G.E.; THEIS, C.M.; WHITE, M.B. Relationships between net feed intake and ultrasound measures of carcass composition in growing beef steers. **Beef Cattle Research in Texas**, College Station, p. 31-34, 2002.
- CASTRO BULLE, F.C.P. et al. Growth, carcass quality, and protein and energy metabolism in beef cattle with different growth potentials and residual feed intakes.**Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, p.928-936, 2007.
- DICOSTANZO, A.; MEISKE,J.C.; PETERS,S.D. Within-herd variation in energy utilization for maintenance and gain in beef cows. **Journal of Animal Science**. v.68, p. 2156-2165, 1990.
- FARJALA, Y.B. **Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore estratificados pela eficiência através do consumo alimentar residual**. 57p. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 2009.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V. P. (Eds.) **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luis de Queiroz”. p.79-97,1997.
- FELICIO, P.E. Desdobramento da qualidade da carne bovina. **Higiene alimentar**, v.54, n.12.p.16-22, 1998.
- GOMES, R.C. **Metabolismo proteico, composição corporal, características de carcaça e qualidade da carne de novilhos Nelore (*Bos indicus*) em função de seu consumo alimentar residual**. Tese de doutorado. 93p. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos de São Paulo. Pirassununga, 2009.

HERD, R.M.; BISHOP, S.C. Genetic variation in residual feed intake and its association with other production traits in British Hereford cattle. *Livestock Production Science*, v.63, p.111-119, 2000.

HERD, R.M.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. *Journal of Animal Science*, Savoy, v. 81, suppl. 1, p. E9-E17, 2003.

HERD, R.M.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Steers growth and feed efficiency on pasture are favorably associated with genetic variation in sire net feed intake. *Animal Production in Australia*, Collingwood, v.25, p.93-96, 2004.

HERD,R.M.; ARTHUR,P.F. Physiological basis for residual feed intake. *Journal Animal Science*. v. 87,p.64-71,2009.

INSTITUTO AGRONOMO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do estado do Paraná**. 2000. Disponível em: <http://iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm>. Acesso em: 12/01/2011.

KOCH, R. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.22, p.486-494, 1963.

LANNA, D.P.D.; ALMEIDA, R. 2004. Exigências nutricionais e melhoramento genético para eficiência alimentar: experiências e lições para um projeto nacional. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. p. 248-259.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Assessoria de Gestão Estratégica. **Brasil Projeções do agronegócio: 2010/2011 a 2020/2021**. Brasília, 2011. Disponível em<<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJE_COES%20DO%20AGRONEGOCIO%20201011%20a%20202021%20%2020.pdf>>.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C: National Academy Press,1996. 212p.

NKRUMAH, J. D. et al. Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of in beef cattle. *Journal of Animal Science*, Savoy, v. 85, p. 2711–2720, 2007.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, v.71, p.3138-3150, 1993.

PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L. Desempenho em confinamento de bovinos bimestiços e quadrimestiços terminados em duas idades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2005.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.p.311-329.

RICHARDSON, E.C. et al. Body composition and implications for heat production of Angus steers progeny of parents selected for and against residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1065-1072, 2001.

ROBINSON, D.L.; ODDY, V.H. Genetic parameters for feed efficiency, fatness, muscle area and feeding behavior of feedlot finished beef cattle. **Livestock Production Science**, v.90, p.255-270, 2004.

SANTANA, M. H. A.; ROSSI JUNIOR, P.; ALMEIDA, R. CUCCO, D.C. Feed efficiency and its correlations with carcass traits measured by ultrasound in Nelore bulls. **Livestock Science**, v. 145, p. 252- 25, 2012.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: Guide of personal computers. Version 9.0.Cary, 2002, 1v.

VAN SOEST, P. J. Intake. In: **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Comstock Publishing Associations, 1994. 463p.

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

WILLIAMS, A.R. 2006. **Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management**. Disponível em: <[http:// asas.org/ symposia/esupp2/jas2278.pdf](http://asas.org/symposia/esupp2/jas2278.pdf)>. Acesso em: 26/2/2012.

CAPÍTULO III – NÍVEIS SÉRICOS DE METABÓLITOS PROTEICOS E MUSCULARES EM TOUROS PURUNÃ EM CRESCIMENTO E SUAS CORRELAÇÕES COM O CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL

RESUMO

A compreensão dos processos metabólicos associados ao consumo de alimentos, utilização de nutrientes, crescimento e a composição corporal dos animais é importante para o conhecimento das consequências advindas da seleção de animais com base no consumo alimentar residual. Objetivou-se avaliar as concentrações sanguíneas de metabólitos indicadores do metabolismo proteico e muscular em touros Purunã em crescimento, e sua relação com o consumo alimentar residual (CAR) e a conversão alimentar (CA). Sessenta touros em crescimento com média de 10 meses de idade e 214 kg de peso corporal (PC) foram distribuídos aleatoriamente em baias individuais em confinamento. A dieta, em base de matéria seca (MS), foi composta por 580 g/kg de silagem de milho e 420 g/kg de concentrado, e fornecida à vontade na forma de ração total misturada (RTM). Foram determinados por meio de análises laboratoriais os níveis de proteínas plasmáticas totais (PPT) e as concentrações séricas de ureia, creatinina, creatinafosfoquinase (CK) e ácido úrico. O consumo diário de alimento, o ganho médio diário (GMD) e o PV médio dos animais foram utilizados no cálculo do CAR e da CA. Os animais foram divididos em classes de baixo, médio e alto CAR. As concentrações sanguíneas dos metabólitos avaliados não diferiram entre as classes de CAR ($P > 0,05$), porém uma correlação significativa e negativa foi observada entre CAR e creatinina sérica, e entre CA e CK. O metabolismo proteico e muscular de touros Purunã com diferentes classes de CAR foi semelhante na fase de crescimento. Entretanto, a correlação negativa entre creatinina sérica e CAR indica que animais mais eficientes para esta característica (baixo CAR) tendem a depositar maior massa muscular que animais menos eficientes (alto CAR).

Palavras chave: composição corporal, bovinos de corte, eficiência alimentar líquida, metabolismo proteico

CAPÍTULO III – SERUM LEVELS OF PROTEIN AND MUSCLE METABOLITES IN GROWING PURUNÃ BULLS AND ITS CORRELATIONS WITH RESIDUAL FEED INTAKE

ABSTRACT

The metabolic processes understanding associated with feed intake, nutrient utilization, growth and body composition is important for the knowledge of the consequences arising from the animal selection based on residual feed intake (RFI). The objective was to evaluate the blood metabolites concentrations and muscle protein metabolism in growing bulls Purunã, and its relationship with RFI and feed conversion (FC). Sixty growing bulls with an average of 10 months age and body weight (BW) of 214 kg were randomly assigned to individual pens in a feedlot. The diet, on dry matter (DM) basis, was composed of 580 g kg⁻¹ corn silage and 420 g kg⁻¹ of concentrate, and provided ad libitum as total mixed ration (TMR). The levels of total plasma protein (TPP) and serum concentrations of urea, creatinine, creatine phosphokinase (CPK) and uric acid were determined. The daily food intake, average, daily gain (ADG) and average animals body weight were used in the calculation of RFI and FC. The animals were divided into classes of low, medium and high RFI. Blood metabolites concentrations evaluated do not differ between RFI classes ($P > 0.05$), but a significant negative correlation was observed between RFI and serum creatinine, and between FC and CPK. The muscle and protein metabolism of bulls Purunã for different RFI classes was similar to the growth phase. However, the negative correlation between serum creatinine and RFI indicates that more efficient animals for this trait (low RFI) tend to deposit more muscle mass than less efficient animals (high RFI).

Key words: body composition, beef cattle, net feed intake, protein metabolism

1 INTRODUÇÃO

Medidas e estratégias visando melhorias na produtividade animal objetivam na sua grande parte uma maior rentabilidade ao produtor. Neste contexto, de acordo com Herd et al. (2003) os gastos com o fornecimento de alimento para os animais representa um dos maiores custos, principalmente nos sistemas mais intensivos de produção. De acordo com Kelly et al. (2010) uma forma de garantir a sustentabilidade econômica e ambiental seria identificar os animais mais eficientes na utilização dos recursos ambientais.

Segundo Basarab et al. (2003), os animais divergem quanto a eficiência alimentar com relação ao consumo de energia metabolizável e seus custos energéticos com manutenção, incremento calórico e atividade física. Destes elementos, o custo energético com as funções de manutenção podem representar até 70% dos custos (Ferrel e Jenkins, 1984).

Diversos índices de eficiência alimentar foram propostos ao longo dos anos, sendo a eficiência alimentar (EA) e a conversão alimentar (CA) os mais utilizados. Porém estes índices apresentam a desvantagem de estarem correlacionados com as taxas de crescimento em bovinos de corte aumentando o tamanho adulto dos animais (Archer et al., 1999).

Neste quesito, o consumo alimentar residual proposto por Koch et al. (1963), o qual é definido como a diferença entre o consumo real e o predito, apresenta a vantagem de ser independente de taxas de crescimento. Desse modo, animais com consumo alimentar residual menor teriam um consumo de ração inferior sem comprometimento no peso adulto e menores requerimentos com manutenção quando comparados a animais com CAR maior (Basarab et al., 2007).

Além do benefício exposto acima, estudos mostraram uma moderada herdabilidade desta medida de eficiência ($R^2=0,28$ a $0,43$; Koch et al., 1963; Arthur et al., 2001)., deste modo filhos de pais mais eficientes para esta característica também seriam mais eficientes.

A alta correlação entre CAR pós desmama e na idade adulta encontrada por Archer et al. (2002) ($r^2=0,98$) indica mais um benefício ao selecionar animais mais eficientes para esta característica desde os primeiros meses de vida, sendo que estes também apresentarão rendimento superior ao abate.

Perto de todas estas vantagens, a dificuldade mais significativa ao selecionar animais com base no CAR seria com relação aos custos para manter animais confinados em baias individuais por um período de tempo aproximado de 70 dias. Contudo quando comparados aos menores gastos com alimentação advinda da seleção de animais mais eficientes na conversão de alimento em produto estes poderiam se tornar irrelevantes ao longo do tempo. O uso de marcadores moleculares para esta característica, objeto de estudo recente também poderiam reduzir os custos com relação ao consumo (Gomes, 2009).

Segundo Herd et al. (2004) existem pelo menos 5 processos principais responsáveis pela variação na eficiência. Estes processos estão associados com a variação na ingestão e digestão dos alimentos, atividade, termorregulação e metabolismo (reações de catabolismo e anabolismo incluindo as variações na composição corporal) e parâmetros sanguíneos (Richardson et al.,2002).

De acordo com Herd e Arthur, (2009) fatores relacionados ao metabolismo proteico juntamente com o estresse e o metabolismo tecidual contribuem com aproximadamente 37% da variação no CAR. Richardson et al.(2002) identificando parâmetros sanguíneos correlacionados com o CAR em novilhos taurinos atribuíram as diferenças encontradas em animais menos eficientes para esta característica a maior demanda por oxigênio e a menor adaptação em confinamento. Porém, muitos dos mecanismos que afetam as diferenças baseadas nesta seleção ainda não são compreendidos em sua totalidade explicando apenas uma pequena fatia da variação no CAR em gado de corte.

A clara compreensão dos processos metabólicos envolvidos com este parâmetro de seleção é de fundamental importância no ponto em que animais selecionados para alta eficiência não venham a ter comprometimento com características comportamentais, fisiológicas e imunológicas (Richardson et al., 2002). Ainda neste quesito, a possibilidade de seleção de animais mais eficientes com base em seus metabólitos sanguíneos seria mais prática e barata que a mensuração do consumo individual (Kelly et al., 2010).

Sendo assim, este estudo objetivou avaliar as concentrações sanguíneas dos metabólitos indicadores do metabolismo proteico e muscular de tourinhos Purunã relacionando-os com o CAR e a CA.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Os animais avaliados, as instalações, a dieta experimental e o cálculo do CAR foram descritos no capítulo 2.

Para análise do perfil metabólico e celular sanguíneo a cada 28 dias, juntamente com as pesagens, às 8 horas da manhã, foram coletadas duas amostras de sangue de cada animal por punção da veia jugular direita utilizando agulhas de calibre 25x8 em 2 tubos de vácuo com capacidade para 5 mL sendo um com e um sem anticoagulante.

As amostras sem anticoagulante foram centrifugadas por 10 minutos a 4000 RPM para isolamento do soro e resfriadas em ependorfes até o momento da análise bioquímica. A partir destas amostras foram determinadas as concentrações plasmáticas da enzima creatinafosfoquinase (CPK), creatinina (CK), ácido úrico e uréia no analisador de química clínica BS-200- Midray® com kits da marca Kovalent®.

A creatinafosfoquinase foi determinada pelo método UV otimizado de acordo com DGKC (Sociedade Germânica de Química Clínica) e IFCC (Federação Internacional de Química Clínica). A uréia foi determinada pelo método UV enzimático (urease-GLDH) e a creatinina pelo método colorimétrico Jaffé (1886). A determinação do ácido úrico foi feita utilizando o método enzimático fotométrico com TBHBA (ácido 2,4,6-tribromo-3-hidroxibenzoico). Como forma de garantir a fidedignidade dos resultados obtidos para obtenção de todos estes parâmetros foram utilizados soros de referência da marca Controlab®.

As amostras com anticoagulante permaneceram resfriadas até o momento da análise para determinação dos níveis de proteína plasmática total (PPT), que foi realizada pela técnica de refratometria, entre 8 e 24h após a coleta. Para isto a amostra foi centrifugada em micro-centrífuga da marca Evilab® a 5000 RPM durante 5 minutos e para obtenção da proteína retirou-se uma gota de plasma do microematócrito sendo esta lida em refratômetro da marca R060®.

2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise foi realizada pelo procedimento PROC MIXED do SAS com amostras repetidas no tempo (dias 0, 28, 56, 84,112). Entre as 3 estruturas de covariância analisadas foi escolhida a estrutura simétrica composta.

O efeito da classe de CAR foi analisado pelo teste ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 8 mostra a média e os desvios padrões do perfil metabólico representado por uréia, creatinina, creatina fosfoquinase, ácido úrico e proteínas plasmáticas totais e suas correlações com o CAR e CA em bovinos da raça Purunã com idade média de 12 meses de idade.

Tabela 8 - Médias e desvios-padrões (DP) de metabólitos sanguíneos e correlações destes com o consumo alimentar residual (rCAR) e conversão alimentar (rCA).

Variáveis	Média	DP ¹	rCAR	rCA
URÉIA (mmol/L)	6,46	0,54	0,19	0,15
CREATININA (μ mol/L)	106,63	12,15	-0,27*	0,59
CREATINA FOSFOQUINASE (U/L)	603,41	317,52	0,05	-0,34*
ÁCIDO URICO (mmol/L)	0,05	0,01	-0,10	-0,07
PROTEÍNAS PLASMÁTICAS TOTAIS (g/L)	7,19	0,39	-0,13	-0,12

Desvio padrão da média (DP).

FONTE: O autor (2012).

No presente estudo, não foram encontradas correlações fenotípicas significativas entre CAR e uréia plasmática como nos estudos Richardson et al. (2004) estudando novilhos Angus pós desmama. Estes últimos autores atribuíram a tendência para correlação fenotípica positiva entre CAR e uréia sanguínea a uma maior taxa de degradação proteica em animais menos eficientes (alto CAR).

Richardson et al. (2004) avaliando a progênie de touros selecionados para CAR em diferentes fases de crescimento observaram que durante o período total de experimento a creatinina apresentou correlação fenotípica negativa e moderada com o CAR ($r=-0,42$ e $-0,45$) nos períodos de desmame e de entrada no confinamento. Concordando com este estudo, no presente trabalho também foi possível observar uma correlação significativa ($P<0,05$) entre creatinina e CAR, sendo esta de moderada magnitude ($r= -0,27$). Embora não tenha sido observada diferença significativa entre este metabólito e as diferentes classes de CAR este resultado pode indicar que animais mais eficientes (CAR negativo) apresentariam uma maior deposição de tecido muscular.

O ácido úrico, metabólito da degradação proteica também não apresentou uma correlação significativa com o CAR. Segundo Roubicek et al. (1970), o baixo consumo de energia está indiretamente relacionado a menor concentração de ácido

úrico no sangue. Deste modo poderia ser esperada uma correlação significativa positiva entre a concentração deste metabólito com o CAR, sendo que os animais com maior consumo de matéria seca, e conseqüente, maior consumo de proteína dietética, apresentariam maiores teores deste metabólito no sangue.

De acordo com Richardson et al. (2004) maiores taxas de catabolismo proteico em animais menos eficientes para CAR poderiam explicar os maiores níveis séricos de proteínas plasmáticas totais em animais de alto CAR. Porém no presente estudo, assim como no trabalho de Richardson et al (2004) avaliando novilhos Angus na fase inicial do experimento, não foi observada correlação fenotípica significativa desta variável com o CAR ($P > 0,10$).

Não foram encontradas correlações significativas entre CA com nenhuma das variáveis estudadas exceto com a creatina fosfoquinase a qual apresentou uma correlação significativa ($P < 0,05$) de baixa/ moderada magnitude ($r = -0,34$) indicando que animais com menor conversão alimentar (mais eficientes) teriam maiores concentrações séricas deste metabólito no plasma sanguíneo. Este resultado pode indicar que animais com menor conversão alimentar apresentariam maior deposição de tecido muscular, visto que esta enzima encontra-se em maiores quantidades no tecido muscular.

Conforme observado na tabela 9, o efeito do tempo foi diretamente significativo para as 5 variáveis independentes analisadas. Quando ao efeito da classe de CAR, encontrou-se uma tendência ($P = 0,07$) para variável independente CPK, sendo que os animais de alto e médio CAR apresentaram maiores valores deste metabólito no sangue ($P < 0,10$). Este resultado é contrário ao estudo de Santana (2009) o qual conforme Richardson et al. (2004) não encontraram diferenças significativas entre as classes de eficiência para CAR este metabólito. Contudo este autor relatou que maiores concentrações de creatinina plasmática estão associadas a animais com maior taxa de crescimento muscular.

Tabela 9 - Perfil metabólico e celular sanguíneos de tourinhos Purunã com diferentes classes de CAR em função do tempo

Variáveis	CAR classes			EPM	P	
	Alto	Médio	Baixo		Classe	Tempo
n	22	23	15			
URÉIA (mmol/L)	6,53	6,43	6,41	0,12	0,68	<0,01
CREATININA (μ mol/L)	103,30	108,06	109,32	2,74	0,26	<0,01
CREATINA FOSFOQUINASE (U/l)	551,53 ^b	722,90 ^b	496,30 ^a	69,68	0,07	<0,01
ÁCIDO ÚRICO (mmol/L)	0,05	0,05	0,05	0,00	0,35	<0,01
PROTEÍNAS PLASMÁTICAS TOTAIS (g/L)	7,17	7,13	7,29	0,09	0,51	<0,01

Número de animais (n); erro médio padrão (EPM). Letras distintas nas linhas são médias diferentes pelo teste de Tukey-Kramer.

FONTE: O autor (2012).

Assim como no trabalho de Kelly et al. (2010) avaliando novilhas mestiças Holandes x Limousin em crescimento, não foram observadas diferenças com relação a concentração de uréia sistêmica nas diferentes classe de CAR ($P > 0,10$).

Maiores concentrações de uréia plasmática em animais de alto CAR podem estar associadas a um maior consumo de proteína dietética, proporcional a maior ingestão de matéria seca (Kelly et al., 2010). Estes autores encontraram correlações significativas entre concentração de uréia plasmática com CMS ($r=0,46$) e com CA ($r=0,42$). Segundo Kahn et al. (2000) e Lush et al. (1991), uma maior taxa de degradação da proteína corporal ou um desvio no suprimento de aminoácidos devido em parte a variação na eficiência da utilização da proteína microbiana em animais menos eficientes (alto CAR) também poderia explicar a maior concentração da uréia plasmática.

Os níveis séricos de creatinina foram maiores no último dia experimental (116,54 U/L) e não diferiram entre os grupos mais e menos eficientes para CAR. Isto está de acordo com os resultados obtidos de características de carcaça para os novilhos Purunã, onde não foram observadas diferenças significativas entre os grupos de eficiência para CAR com a área de olho de lombo, conforme capítulo 2.

As quantidades de creatinina presentes no plasma sanguíneo dependem do peso vivo e massa muscular, sendo relatadas maiores quantidades deste metabólito no plasma de animais com maior massa muscular e menores quantidade de gordura (Clarke, 1996). Este autor em um estudo realizado com ovelhas encontrou uma correlação positiva entre creatinina e deposição de tecido magro e negativa com a deposição de gordura corporal. Ainda no estudo de Clarke (1996) foi observado que

as concentrações de uréia e creatinina juntas foram responsáveis por 60% da variação entre genótipo e medidas sexuais para deposição de gordura subcutânea na 12^a costela.

O níveis séricos de PPT não diferiram significativamente ($P>0,10$) entre os grupos de eficiência indicando que os animais mais e menos eficientes para CAR podem apresentar metabolismo proteico semelhante. As concentrações deste metabólito variaram entre 7,09 g/L (dia 56) e 7,27 g/L no dia experimental 28.

Roubicek et al. (1970) avaliando machos e fêmeas da raça Hereford em diferentes idades encontrou diferença nos níveis plasmáticos de ácido úrico, sendo os maiores níveis observados nos animais mais velhos. Já no presente trabalho, não foram observadas grandes diferenças com relação a sua concentração plasmática, variando entre 0,06 mmol/L no primeiro e 0,04 mmol/L no último dia experimental.

4 CONCLUSÃO

O metabolismo proteico e muscular de touros jovens da raça Purunã com diferentes classes do consumo alimentar residual foi semelhante na fase de crescimento. Entretanto, a correlação negativa entre creatinina sérica e CAR indica que animais mais eficientes para esta característica (baixo CAR) tendem a depositar maior massa muscular que animais menos eficientes (alto CAR).

REFERÊNCIAS

- ARCHER, J.A. et al. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.50, p. 147-161, 1999.
- ARCHER, J.A. et al. Genetic variation in feed intake and feed efficiency of mature beef cows and relationships with post weaning measurements. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, **Anais...**Montpellier, 2002.
- ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; JOHNSTON, D.J. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other post weaning traits in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.79, p.2805-2811, 2001.
- BASARAB, J.A. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.83, p.189-204, 2003.
- BASARAB, J. A. et al. Relationships between progeny residual feed intake and dam productivity traits. **Canadian Journal Animal Science**.v.87, p. 489–502, 2007.
- CLARKE, J.N. Repetibilities of blood plasma metabolites and their associations with leanness in genotypes showing a wide divergence in carcass composition. **Proceedings...**New Zealand Society of Animal Production, v.56, p.180-183, 1996.
- GOMES, R.C. **Metabolismo proteico, composição corporal, características de carcaça e qualidade da carne de novilhos Nelore (*Bos indicus*) em função de seu consumo alimentar residual**. Tese de Doutorado. 93p. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos de São Paulo. Pirassununga, 2009.
- FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, p.234-243, 1984.
- HERD, R. M.; J. A. ARCHER.; P. F. ARTHUR. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. **Journal Animal Science**. v. 81, p.9-17, 2003.
- HERD R. M.; ODDY V. H.; RICHARDSON E. C. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. Review of potential mechanisms. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, 423–430, 2004.
- HERD, R.M.; ARTHUR,P.F. Physiological basis for residual feed intake. **Journal Animal Science**. v.87, p.64-71, 2009.
- JAFFÉ, M. über den Niederschlag, welchen pikrinsäure in normalen harnerzeugt und übereineneue Reaction des kreatininis. **Zeitschriftfür Physikalische Chemie**, v. 10, p. 391–400, 1886.

KAHN, L. P., R. A. LENG, L. R. PIPER. Rumen microbial yield from sheep genetically different for fleece weight. **Australian Journal Animal Science**, p.137, 2000.

KELLY, A.K., et al. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 88, p.109-123, 2010.

KOCH, R. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.22, p.486-494, 1963.

LUSH, J. M., J. M. GOODEN, E. F. ANNISON. The uptake of nitrogenous compounds from the gut of sheep genetically different in wool production. **Proceedings of the nutritional society of Australia**. n.16, p.144, 1991.

ROUBICEK, C.B.; RAY, D. E.; HALE, W. H. Blood creatinine and uric acid concentrations in unsupplemented range cattle. **Journal of Animal Science** v. 30, p. 675-679, 1970.

RICHARDSON, E.C. et al. Blood cell profiles of steer progeny from parents selected for and against residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.42, p.901-908, 2002.

RICHARDSON, E. C., et al. Body composition and implications for heat production of Angus steer progeny of parents selected for and against residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**.v.41, p. 1065 -1072, 2004.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: Guide of personal computers. Version 9.0. Cary, 2002, 1v.

SANTANA, M.H.A. **Relação do Consumo Alimentar Residual e Conversão Alimentar com características de carcaça, perfil metabólico e sanguíneo de touros da raça Nelore**. 62 p. Dissertação de Mestrado – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.