



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL**

RAQUEL MARTINS DE OLIVEIRA

**SUPLEMENTAÇÃO DE NOVILHAS NO PERÍODO SECO E
TRANSIÇÃO SECA-ÁGUAS**

**ARAGUAÍNA
2019**

RAQUEL MARTINS DE OLIVEIRA

**SUPLEMENTAÇÃO DE NOVILHAS NO PERÍODO SECO E TRANSIÇÃO SECA-
ÁGUAS**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fabrícia Rocha Chaves Miotto

Comitê de Orientação

Co-Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia de Araújo

**ARAGUAÍNA
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- O48s Oliveira, Raquel Martins de.
Suplementação de novilhas no período seco e transição secas-
águas. / Raquel Martins de Oliveira. – Araguaína, TO, 2019.
100 f.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em
Ciência Animal Tropical, 2019.
Orientadora : Fabícia Rocha Chaves Miotto
Coorientador: José Neuman Miranda Neiva
1. Bovino de corte. 2. Força de cisalhamento. 3. Maturação da
carne. 4. Suplementos. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que
citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime
estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da
UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

Suplementação de novilhas no período seco e transição seca-águas

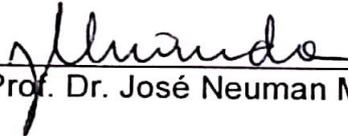
Por

RAQUEL MARTINS DE OLIVEIRA

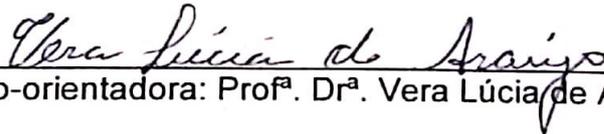
Tese aprovada no dia 14-03-2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora, tendo sido julgado pela Banca Examinadora formada pelos professores:



Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Fabrícia Rocha Chaves Miotto, UFT



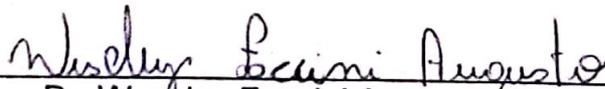
Co-orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, UFT



Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vera Lúcia de Araújo, UFT



Prof^ª. Dr^ª. Deborah Alves Ferreira, UFT



Dr. Westley Faccini Augusto, CAPES - UFT

*A minha maior incentivadora
Que não mediu esforços para que eu conseguisse chegar até aqui
Tantas vezes saiu de sua casa para dos meus filhos cuidar
Que foi minha amiga, conselheira e intercessora
Que levantou mais cedo para preparar o almoço para eu levar
quando não podia pagar
Que muitas noites me ajudou com as encomendas e com as feiras
Que sempre me encorajou e acreditou que meu esforço valeria a
pena
Que sussurrei para ser forte para estarmos juntas nesse momento
Porque sei que meu sonho também era um sonho seu
Mas, aprouve Deus buscá-la para casa
E hoje num instante de egoísmo, eu gostaria muito que estivesse
comigo!*

A minha querida e adorável mãe Claudete

Com carinho,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar! Por me conduzir a lugares inimagináveis. “Porque os seus sonhos são maiores do que os meus... Os seus caminhos bem mais altos do que os meus! ”.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical pela oportunidade de me aperfeiçoar profissionalmente, e a CAPES pela concessão da bolsa

À Universidade Federal do Tocantins que me acolheu durante esses mais de 12 anos de muito estudo, permitindo a realização da minha graduação, especialização, mestrado e doutorado.

*A minha orientadora professora **Fabrcia Rocha Chaves Miotto**, pelas oportunidades concedidas, ensinamentos, confiança, compreensão, conselhos e a força nos momentos difíceis. Pelos anos de trabalho respeitoso e tranquilo, por sua torcida e auxílio. Sou muito grata por tudo!*

*A meu coorientador professor **José Neuman Miranda Neiva**, pelas oportunidades concedidas, ensinamentos e confiança. Meu primeiro e grande exemplo de servidor público honesto e produtivo, comprometido e dedicado em tudo que faz. Obrigada pela oportunidade de aprender com o senhor professor!*

A coordenação e aos professores da Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, pelo apoio e ensinamentos durante esse período.

*A secretaria do PGCAT, **Jeekyçon**, pelo apoio sempre que precisei.*

*Ao Professor **João Restle**, pela contribuição no trabalho, pelos conselhos, conhecimentos e experiências. Um grande exemplo!*

*A professora **Vera Lúcia**, **Odislei Cunha** e professora **Deborah Alves** e **Wescley Faccini** pelas contribuições no meu trabalho.*

Ao professor Luciano Sousa, pela ajuda nas análises estatísticas, ensinamentos, sempre acessível e cordial todas as vezes que o procurei.

A professora Ana Claudia, pelo apoio sempre que precisei, e aos bolsistas do PET Zootecnia.

A Aline Evangelista, Maryanne Cunha, André Teles, Rafael Silva, Ítalo Barros, Samea Cabral, Luis Felipe Monteiro, Rhaíza de Oliveira, Ricciere Parente, Kênia Ferreira, Késia Oliveira, Vanusa Alves de Sousa, Felipe Batista, Hany Gomes, Wanderson Alencar, Tays Ranniele, Luciano Almeida, Wanderson Silva, Samuel Gomes Ribeiro, Bruno Possato, Juliane Luz, Suzana Dias.

A Angélica Pedrico e Lorena Motta. Obrigada pela força e pelos conselhos e as caronas!

A todos os companheiros do Grupo de Estudo em Produção de Ruminantes!

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação por contribuir com meu crescimento profissional.

Aos técnicos, Adriano Vieira, Giuzelle Luz, Elis, Ronilma.

A Josimar Santos, pela ajuda no experimento nas fases de campo e laboratório.

A minha família, minha maior riqueza, meu porto seguro, sempre o melhor lugar para retornar! Meus pais Hélio e Claudete (in memoriam), que sempre me apoiaram na minha formação profissional, por diversas vezes assumindo minhas responsabilidades em minha ausência, essa conquista só foi possível pela ajuda de vocês...

A meus filhos Talita e Marcelo Gabriel, que são minha grande motivação de não desistir, procurar crescer e melhorar. E a Lucas Inocência, obrigada pela compreensão e ajuda de vocês!

A meus irmãos Wellington e Wesley, minha cunhada Ellys e meu sobrinho Isaac.

A minha avó Odete, todos meus tios (as), primos (as) que com certeza se alegram com minha realização profissional.

Aos amigos Mônica Calixto, José Messias, Darley Cutrim, Karina Almeida, Tais Valéria, Rafaela Miranda, Jhone Thalysson, Cristiane Alves. Obrigada pela amizade e companheirismo.

Aos meus colaboradores da Fazenda Santa Luzia, Derlan, Chico, Jordean, Sr. Raimundo e Waltinho.

Aos meus pastores Pr. Aroldo Carlos e Pra. Wyara, pelo apoio espiritual, emocional, orações, cuidado e aconselhamentos. Obrigada por tudo!

Aos meus amigos Edilson e Samila, Rogério, Patrícia e filhos, Bete e filhos, por serem os “amigos de todas as horas”.

A todos da minha Igreja Fonte de Água Viva que durante esses anos esteve ao meu lado e de minha família com orações, apoio e cuidado.

As minhas amigas intercessoras, Bete, Ivanilda, Erly, Celina, Sebastiana, Isis, Paty e Célia. Que Deus as recompense pelas orações!

Enfim a todos que mesmo não citados contribuíram para que eu concluísse mais essa etapa da minha vida.

Muito obrigada a todos!

“Àquele que é poderoso de realizar infinitamente mais do que tudo o que pedimos ou imaginamos, de acordo com o seu poder que age em nós, a Ele seja a glória em Cristo Jesus, por todas as gerações, por toda a eternidade”.

Efésios 3:20-21

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	12
GENERAL ABSTRACT	13
LISTA DE TABELAS	14
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	16
1.1 Introdução	16
1.2 Consumo de matéria seca.....	17
1.3 Suplementação de bovinos no período da seca.....	20
1.3.1 Interações entre pasto e suplemento	20
1.4 Produção de fêmeas	24
1.4.1 Viabilidade de produção	24
1.4.2 Qualidade de carcaça e da carne.....	25
1.4.3 Maturação da carne	27
1.5 Referências	32
CAPÍTULO II - DESEMPENHO PRODUTIVO DE NOVILHAS NELORE TERMINADAS COM NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO	40
2.1 Introdução	42
2.2 Material e métodos.....	43
2.3 Resultados e discussão.....	49
2.4 Conclusão	60
2.5 Referências	61
CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E DA CARNE DE NOVILHAS NELORE SUPLEMENTADAS NO PERÍODO SECO E TRANSIÇÃO SECA-ÁGUAS	64
3.1 Introdução	66
3.2 Material e métodos.....	67
3.3 Resultados e discussão.....	73
3.4 Conclusão	89
3.5 Referências	90
CAPÍTULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
CAPÍTULO V – APÊNDICE.....	96

RESUMO GERAL

Objetivou avaliar os efeitos do fornecimento de concentrado em 1,0; 1,5; 2,0% do peso corporal e *ad libitum*, sobre o desempenho e as características da carcaça e da carne de novilhas Nelore terminadas na estação seca e transição seca-águas. Foram utilizadas 84 novilhas Nelore, com peso corporal médio inicial de $250,61 \pm 26,52$ kg. Foram abatidos quatro animais no início do experimento para serem usados como referência. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 20 animais por tratamento. O experimento do período seco teve duração total de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias. Todos animais que não atingiram o peso de 330 kg aos 112 dias (Fase I), continuaram por mais 45 dias recebendo suplementação em 1% do PC, perfazendo o total de 157 dias de terminação (Fase II). Na fase I, não houve efeito dos níveis de suplementação ($P > 0,05$) para o ganho médio diário, com média de $0,640$ kg dia⁻¹. O peso final, peso de carcaça quente e seus rendimentos, ganho médio diário em carcaça e recorte de gordura, também não foram alterados pelo aumento nos níveis de suplementação ($P > 0,05$). Na fase II, quando todos os animais passaram a receber 1% do PC em suplemento o ganho médio diário foi semelhante ($P > 0,05$) entre os tratamentos, com média de $0,600$ kg dia⁻¹. O peso final, peso de carcaça quente e seus rendimentos, recorte de gordura, quebra ao resfriamento e espessura de gordura subcutânea não apresentaram diferença entre os níveis de suplementação ($P > 0,05$). O traseiro especial, dianteiro e ponta de agulha, músculo, gordura e osso em relação a 100 kg de carcaça fria apresentaram resultados similares ($P > 0,05$). Foi observado o mesmo padrão de comportamento das variáveis quando os animais foram suplementados em 1% do PC no período subsequente ($P > 0,05$). Com relação as avaliações de pH, luminosidade (L^*) e os índices de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) cromas (C^*), ângulo de tonalidade (H^*), força de cisalhamento, perdas por descongelamento e cocção e a composição química da carne também não foi verificada influência entre os tratamentos quando ofertado em níveis crescentes, ou quando fornecido em 1% do PC na fase II ($P > 0,05$). Nos resultados de maturação, as perdas de exsudados apresentaram efeito quadrático para os dias de maturação, em que houve maior perda para o dia 1 ($P < 0,05$). Não houve interação dos níveis de suplementação e tempos de maturação para as coordenadas de cor L^* , a^* e b^* ($P > 0,05$), no entanto os dias de maturação diminuíram os valores de L^* e de b^* , aumentou ΔE , e apresentou efeito quadrático para H^* ($P < 0,05$). A maturação também reduziu a força de cisalhamento e o pH da carne ($P < 0,05$). A estratégia de terminação de novilhas em pastagens na época seca e no período de transição seca-águas com a utilização de 1% do peso corporal mostrou-se positiva, visto que a utilização de níveis de suplementação acima de 1% PC não apresentou diferença para o desempenho e características da carcaça. A utilização de suplementação acima de 1% do peso corporal mostrou-se economicamente inviável para as condições do presente estudo. O processo de maturação reduziu o pH e modificou a cor da carne em que alterações mais importantes acontecem entre 1 e 14 dias, e melhorou a maciez da carne por reduzir a força de cisalhamento.

Palavras-Chave: bovino de corte, força de cisalhamento, maturação da carne, suplemento, terminação a pasto

HEIFERS SUPPLEMENTATION IN DRY AND DRY-WATER TRANSITION SEASON

GENERAL ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of the concentrate supply at 1.0; 1.5; 2.0% of body weight and *ad libitum*, on the performance and characteristics of the carcass and meat of Nelore heifers finished in the dry period and dry-water transition. Nelore heifers were used, with initial mean body weight of 250.61 ± 26.52 kg. Four animals were slaughtered early in the study to be used as reference. The design was completely randomized, with 20 animals per treatment. The trial in the dry season lasted 112 days, divided into four periods of 28 days. All animals that did not reach the weight of 330 kg at 112 days (Phase I), continued for 45 days receiving supplementation in 1% of the BW, for a total of 157 days of termination (Phase II). In phase I, there was no effect of supplementation levels ($P>0.05$) for the mean daily gain, with a mean of 0.640 kg day⁻¹. The final weight, hot carcass weight and yields, average daily carcass gain and fat trimming, were also not affected by the increase in supplementation levels ($P>0.05$). In phase II, when all the animals started to receive 1% of BW in supplement, the average daily gain was similar ($P>0.05$) between the treatments, with a mean of 0.600 kg day⁻¹. The whole carcass weight, hot carcass weight, cold carcass weight and yield, fat cutting, dripping loss, and subcutaneous fat thickness showed no difference between the levels of supplementation ($P>0.05$). The special hindquarter, forequarter, spare ribs, muscle, fat and bone in relation to 100 kg of cold carcass presented similar results ($P>0.05$). The same pattern of the variables was observed when the animals were supplemented in 1% of the BW in the subsequent period ($P>0.05$). In relation to pH, luminosity (L^*), the red level (a^*) and the yellow intensity and yellow (b^*) chroma (C^*), tone angle (H^*), shear force, thawing and cooking losses, and chemical composition of the meat were also not observed influence between levels of supplementation, when offered at increasing levels, or when supplied in 1% of the BW ($P>0.05$). In the aging meat results, losses of exudates showed a quadratic effect for the days of aging, in which there was a greater loss for day 1 ($P<0.05$). There was no interaction of supplementation levels and aging times for the color coordinates L^* , a^* and b^* ($P>0.05$), however, the aging days decreased the values of L^* and b^* , increased ΔE , and presented quadratic effect for tone angle (H^*) ($P<0.05$). The aging also reduced the shear force and the pH of the meat ($P<0.05$). The strategy of finishing heifers in pastures in the dry season and in the dry-water transition season using 1% of body weight was positive, because the use of levels of supplementation above 1% of body weight the performance and characteristics of the carcass did not differ. The use of supplementation above 1% of body weight was economically unfeasible for the conditions of the present study. The aging process reduced the pH and modified the color, but most important changes occur between 1 and 14 days. Also, it improved the softness of the meat by reducing the shear force.

Key words: aging of the meat, beef cattle, shear force, pasture finished, supplement

LISTA DE TABELAS

Tabelas do Capítulo II

Tabela 1 - Médias para os dados meteorológicos de precipitação, temperatura máxima, temperatura mínima e umidade relativa do ar durante o período experimental - 201643	
Tabela 2 - Composição bromatológica do sorgo e do suplemento.....	45
Tabela 3 - Características estruturais, agronômicas e composição bromatológica da fração folha do capim mombaça (<i>Megathyrsus maximus</i>) no período seco.....	49
Tabela 4 - Composição bromatológica da fração folha do capim mombaça (<i>Megathyrsus maximus</i>) no período seco	51
Tabela 5 - Características estruturais, agronômicas e composição bromatológica da fração folha do capim mombaça (<i>Megathyrsus maximus</i>) no período de transição seca-águas.....	52
Tabela 6 - Valores médios para o consumo de nutrientes do suplemento de novilhas suplementadas no período seco	53
Tabela 7 - Valores médios do ganho médio diário de novilhas suplementadas no período seco e transição seca-águas.....	54
Tabela 8 - Valores médios para o desempenho de novilhas suplementadas no período seco e transição seca-águas.....	55
Tabela 9 - Estudo de custos com alimentação de novilhas Nelore terminadas a pasto com diferentes níveis de suplementação	58
Tabela 10 - Custo de produção e estimativa de receita de cada tratamento em relação as variações no preço do sorgo	59

Tabelas do Capítulo III

Tabela 1 - Composição bromatológica do sorgo, suplemento e da porção folha do capim mombaça (<i>Megathyrsus maximus</i>) no período seco e no período de transição seca-águas.....	69
Tabela 2 - Características quantitativas da carcaça de novilhas Nelore terminadas a pasto com diferentes níveis de suplementação.....	74
Tabela 3 - Valores médios para traseiro especial (TE), dianteiro (DIA) e ponta de agulha (PAG), percentual de osso, músculo e gordura na carcaça fria, relações porção	

comestível:osso (PC:O), músculo;osso (M:O) e músculo:gordura (M:G) da meia carcaça.....77

Tabela 4 - Variáveis métricas da carcaça de novilhas Nelore terminadas a pasto com diferentes níveis de suplementação78

Tabela 5 - Valores médios para características qualitativas da carne de novilhas Nelore terminadas a pasto com diferentes níveis de suplementação79

Tabela 6 - Valores médios para a composição centesimal do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas submetidas a diferentes níveis de suplementação82

Tabela 7 - Valores médios das perdas do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas Nelore submetidas a diferentes níveis de suplementação e tempos de maturação83

Tabela 8 - Valores médios das características de cor, luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*) do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas Nelore submetidas a diferentes níveis de suplementação e tempos de maturação85

Tabela 9 - Valores médios do Croma (C^*), ângulo de tonalidade (H^*) e alterações globais de cor (ΔE) do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas Nelore submetidas a diferentes níveis de suplementação e tempos de maturação.....86

Tabela 10 - Valores médios de pH e força de cisalhamento (FC) do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas terminadas em diferentes níveis de suplementação e períodos de maturação.....87

Tabelas do Capítulo V

Tabela 1 - Correlação de *Pearson* entre as características de carcaça e da carne de novilhas suplementadas a pasto na fase I.....97

Tabela 2 - Correlação de *Pearson* entre as características de carcaça e da carne de novilhas suplementadas a pasto na fase I.....98

Tabela 3 - Correlação de *Pearson* entre as características de carcaça e da carne de novilhas suplementadas a pasto na fase II.....99

Tabela 4 - Correlação de *Pearson* entre as características de carcaça e da carne de novilhas suplementadas a pasto na fase II.....100

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

Nas regiões tropicais as pastagens representam a forma e fonte mais prática e econômica de nutrientes para a bovinocultura, sendo de suma importância que a forragem apresente qualidade e quantidade suficiente para atender os requisitos nutricionais dos animais (MARTINS et al., 2015). No entanto, ao longo do ano, animais mantidos exclusivamente a pasto podem apresentar deficiências nutricionais múltiplas, principalmente devido à sazonalidade da produção de forragem no período seco do ano (PAULINO et al., 2006), e essas reduções podem ser da magnitude de 60 e 80% no ganho de peso corporal em comparação à época das águas (EUCLIDES et al., 1999).

A diminuição na qualidade nutricional das gramíneas tropicais na época seca, ocorre principalmente pelo decréscimo do teor de proteína bruta, que limita o crescimento dos microrganismos ruminais, e, conseqüentemente resulta em menor desempenho, por reduzir a ingestão e a digestibilidade da forragem (PAULINO et al., 2008). Dessa forma, a complementação nutricional ao pasto é uma das principais estratégias para intensificar os sistemas de produção, aumentar a competitividade e a sustentabilidade na bovinocultura.

A utilização de suplementos concentrados seja na seca, seja nas águas, permite corrigir deficiências específicas de nutrientes na forragem para maximizar a utilização pelos micro-organismos ruminais e potencializar o ganho de peso. Acrescenta-se ainda, como benefícios da suplementação, o crescimento contínuo dos animais, melhora na qualidade da carcaça e da carne obtida, além de aumento na taxa de desfrute, e no giro de capital por diminuir o tempo de abate (PAULINO et al., 2004; REIS et al., 2012).

Nesse sentido, a terminação de novilhas aliada à suplementação tem sido uma estratégia que permite o abate de animais jovens com benefícios no aumento da produtividade e na qualidade da carcaça e da carne (REDDY et al., 2014; ROTTA et al., 2009), além de apresentar melhor viabilidade econômica quando comparada a outras categorias (ÍTAVO et al., 2007).

Todavia, com maior emprego da suplementação, surge um questionamento: qual o nível ideal de suplementação? A resposta ainda é alvo de muitas contradições, uma

vez que podem ocorrer grandes variações no consumo e aproveitamento do pasto e na resposta animal quando se utiliza níveis mais elevados de suplementação, em função das interações existentes entre forragem, suplemento e fase de produção nas diferentes épocas do ano (BARROS et al., 2014).

Em relação a composição genética do rebanho nacional, estima-se que 80% do efetivo total de bovinos sejam de origem zebuína, cerca de 64% de todo o rebanho e 80% do rebanho destinado a produção de carne, são da raça Nelore ou dela apresentam grande influência em sua composição genética (ABIEC, 2018).

No entanto, entre os grupos genéticos de bovinos, os animais de origem zebuína (*B. indicus*), apresentam carne com menor maciez comparado a animais taurinos (*B. taurus*), que pode levar à diminuição da aceitação por alguns mercados consumidores. A menor sensibilidade das carnes de *B. indicus* é principalmente devido ao maior conteúdo de calpastatina presente no músculo, que inibe a ação das calpaínas, principais proteases envolvidas no processo de maturação *pos mortem* (RUBENSAN et al., 1998; CURTI et al., 2010; KOOHMARAIE; GEESINK, 2006; LAGE et al., 2012).

Nesse sentido, a maturação é uma alternativa tecnológica utilizada pela indústria para melhorar a maciez da carne que consiste em manter a carne após o processo de *rigor mortis* sob refrigeração (temperatura de 0 a 4°C) por um período que pode variar de 7 a 28 dias período que a carne sofre ação de enzimas proteolíticas que provocam o amaciamento (PIAO et al., 2015; KHAN et al., 2016).

Objetivou-se com essa revisão estudar a viabilidade de utilização do “Confinamento a Pasto” a partir de níveis crescentes de suplementação na terminação de novilhas de corte e os efeitos dos dias de maturação sobre as características da carne.

1.2 Consumo de matéria seca

O consumo de alimento é a variável mais importante que afeta o desempenho animal pois determina o nível de ingestão de nutrientes e, portanto, a resposta animal. É regulado e limitado pelas exigências fisiológicas e metabólicas (VAN SOEST, 1994), podendo impedir que as exigências nutricionais sejam supridas, e como a maior parte dos nutrientes da dieta de bovinos de corte é utilizada para suprir a exigência de manutenção, pequenas oscilações no consumo de alimentos podem limitar a eficiência dos processos produtivos, e consequentemente afetar a taxa de crescimento. Essas

limitações na ingestão de nutrientes (quantidade e/ou qualidade) são os que mais afetam a produção de animais em pastejo, especialmente em regiões tropicais onde as mudanças no padrão de fornecimento de alimentos são contínuas (MOREIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2004).

Fatores físicos, químicos e neuro-hormonais e suas interações regulam de forma significativa o consumo de matéria seca (MERTENS, 1994). Desse modo, o teor de fibra em detergente neutro (FDN) da dieta é um dos principais determinantes da regulação física do consumo, sendo que, à medida que o requerimento energético do animal e o efeito de enchimento das dietas aumentam, mais a FDN influencia no consumo (ALLEN, 2000). Nesse sentido, o trabalho de Detman et al. (2014) ao comparar em vários estudos a regulação da ingestão voluntária em bovinos alimentados à vontade com dietas à base de forragens tropicais, observaram que a ingestão de matéria seca diminuiu linearmente conforme a fração FDN da dieta aumentou. Assim o consumo voluntário foi regulado pelas limitações físicas e metabólicas dos animais.

Além da FDN, Allen (2000) ainda aponta a facilidade de hidrólise do amido e fibra, tamanho e fragilidade da partícula, concentrações e características dos ácidos graxos, quantidade e degradação de proteína e, densidade energética da dieta. Outros fatores como a condição sexual e o estágio de desenvolvimento, segundo o NRC (1996), também podem afetar a quantidade de alimento ingerida.

Nesse contexto, Bonilha et al. (2015) ao avaliarem a ingestão alimentar de machos e fêmeas submetidos a testes de desempenho não verificaram diferença para a ingestão de matéria seca (2,41 e 2,65% do peso corporal, respectivamente). Vêras et al. (2008) também não observaram diferença sobre o consumo de matéria seca ao estudar o efeito de dois níveis de concentrado (25 ou 50%), com médias de 1,75; 1,86 e 1,75% do PC para fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, respectivamente.

Marcondes et al. (2008) ao estudarem o efeito de dois níveis de concentrado sobre o consumo de matéria seca em machos não castrados, machos castrados e fêmeas, não observaram diferença entre as classes sexuais com médias de 2,34; 2,36 e 2,51% do PC. Contudo, a conversão alimentar dos animais não castrados foi melhor (5,96 kg MS ingerida/kg de ganho), mas não diferiu significativamente nos machos castrados e nas fêmeas (7,29 e 8,48 kg de MS ingerida/kg ganho, respectivamente).

Quanto a influência da quantidade de suplemento sobre o consumo de matéria seca, Ortega et al. (2016) ao avaliarem diferentes quantidades de suplementos (0; 0,50; 1,0 e 1,5 kg dia⁻¹) durante a recria de novilhas em pastagens de *Urochloa decumbens* (*Brachiaria decumbens*) no período de transição seca-águas, verificaram aumento para o consumo total de matéria seca 1,99; 1,8; 2,44 e 2,53% do PC entre os níveis de suplementação. No entanto, no consumo de forragem não foi observado diferença entre a quantidade de suplemento fornecido, indicando que não houve substituição ou efeito aditivo na ingestão de forragem. Segundo os autores, a ausência de diferença para o consumo de matéria seca da forragem é explicado pela sincronia de energia e nitrogênio de rápida degradação ruminal presente no suplemento, em níveis que reduz o consumo voluntário de forragem, entretanto, aumenta o desempenho animal pela maior quantidade de proteína metabolizável, resultante da maior assimilação de nitrogênio no rúmen (ORTEGA et al., 2016).

Cabral et al. (2014a) ao avaliarem o efeito de diferentes níveis de suplemento múltiplos (0; 0,50; 1,0, 2,0 kg animal dia⁻¹) sobre o consumo de novilhas na estação seca, observaram aumento linear do consumo de matéria seca (2,28; 2,32; 2,45 e 2,64% do PC) entre os níveis de suplemento, e ao compararem suplementados e não suplementados os resultados de consumo foram semelhantes (2,28 e 2,47% do PC), e com relação ao consumo de forragem também não foi observado efeito dos níveis de concentrado.

A proteína é o principal nutriente limitante para o desempenho na estação seca, nesse sentido, Martins et al. (2015) estudaram diferentes níveis de proteína bruta (0; 10; 20; 30 e 40%) em novilhas Nelore, e não observaram efeito sobre o consumo de matéria seca entre os níveis de proteína. No entanto, animais suplementados apresentaram maior consumo de matéria seca comparado aos não suplementados (1,55 e 1,22% do PC) respectivamente, sendo que as diferenças foram atribuídas aos fatores inerentes ao animal, alimento, condições de alimentação (disponibilidade) e ao ambiente, além da característica genética para precocidade dos animais. Isso porque, animais sexualmente mais precoces apresentam deposição de gordura mais jovem, quando comparados a animais mais tardios, fato este que está relacionado ao controle de consumo (BELL et al., 2005).

1.3 Suplementação de bovinos no período da seca

1.3.1 Interações entre pasto e suplemento

Nas regiões tropicais as pastagens representam a forma mais prática e econômica fonte de nutrientes para os bovinos. Reduções no valor nutricional de gramíneas tropicais, como baixo teor de proteína bruta, podem limitar o consumo de forragem e o desempenho produtivo dos animais. Portanto, a complementação dos nutrientes por meio da suplementação, é uma maneira eficaz de melhorar a utilização da forragem e desempenho dos bovinos (DETMANN et al., 2014).

Ao ser fornecido para animais em pastejo, o objetivo principal da suplementação é aumentar o consumo total de matéria seca e energia em relação ao consumo atingido exclusivamente com forragem (BARGO et al., 2003). No entanto, sabe-se que o consumo voluntário de forragem pelo animal e o desempenho em pastejo está diretamente relacionado à quantidade e a qualidade da forragem (BARROS et al., 2014). Dessa forma, o consumo de suplemento pode gerar interação com consumo de forragem, sendo que a principal interação que ocorre entre o consumo de forragem e de suplementos é o efeito associativo, que pode ser de três tipos: substitutivo, aditivo ou combinado (MOORE, 1999).

- Efeito substitutivo - ocorre quando há redução no consumo de energia digestível da forragem, enquanto isso, há aumento no consumo do concentrado, assim, o consumo total de energia digestível permanece constante.
- Efeito aditivo - ocorre aumento no consumo total de energia digestível devido ao aumento no consumo de concentrado, assim, o consumo de energia proveniente da forragem pode permanecer o mesmo ou aumentar.
- Efeito combinado - observam-se ambos os efeitos, ou seja, ocorre redução no consumo de forragem, associada ao aumento no consumo de suplemento, resultando, assim, em maior consumo de energia digestível total, principal objetivo quando é ofertado níveis mais elevado de suplemento para animais em pastejo, em sistema de “Semiconfinamento”.

Em decorrência destas interações, o desempenho animal pode ser satisfatório ou mesmo não atingir o que se deseja (manutenção ou ganho de peso), isso porque, o tipo da resposta vai depender da quantidade e da qualidade da forragem disponível,

além das características do suplemento, a forma e horário de fornecimento e do potencial de produção dos animais (PAULINO, et al., 2004; SILVA et al., 2009).

Há de se considerar que, quanto melhor for à qualidade da forragem e maior for a quantidade de suplemento fornecido aos animais, maior será o coeficiente de substituição pelo suplemento que pode variar de zero quando o suplemento não afeta o consumo de forragem, até 1,0 quando para cada kg de MS de suplemento fornecido há a diminuição de 1 kg de MS consumida de pasto. Esse coeficiente de substituição ainda pode ser maior que 1,0 ou, negativo quando são observados efeitos aditivos (DIXON E STOCKDALE, 1999).

No período seco do ano, as forrageiras tropicais apresentam baixo valor nutritivo, em função do desenvolvimento das plantas como: redução no teor de proteína bruta e na digestibilidade. Teores de proteína bruta geralmente inferiores a 7,0% podem limitar o crescimento e a atividade de microrganismos, resultando em menor degradação da fração fibrosa da forragem e da produção de ácidos graxos voláteis, elevando a carência proteica e energética nesse período (LAZARINI et al., 2009; MINSON, 1990).

Nesse sentido, Zervoudakis et al. (2015) ao estudar três níveis de substituição (0; 25 e 50%) da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão para bovinos de corte observaram que a suplementação proteica permitiu ganho de peso de 0,620 kg dia⁻¹, enquanto os animais que se alimentaram apenas de pastagem no período seco perderam 0,020 kg dia⁻¹. Entre os níveis, o melhor desempenho foi para os animais que receberam suplementação de 25% de substituição (0,75 kg animal dia⁻¹), comparado ao de 0 e 50% (0,53 e 0,60 kg animal dia⁻¹), respectivamente.

Os autores atribuíram esse resultado ao efeito associativo dos ingredientes farelo de soja e farelo de algodão, uma vez que, o farelo de soja é rico em proteína degradável no rúmen (PDR), a qual é fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana, sendo esta a melhor fonte para atender os requerimentos de aminoácidos do animal. Além disso, o farelo de algodão apresenta menor degradabilidade da proteína em relação ao farelo de soja, resultando em maior aporte de PNDR chegando ao intestino, o que favorece o desempenho animal após atender os requerimentos em compostos nitrogenados dos microrganismos ruminais (ZERVOUDAKIS et al., 2015).

Ao avaliar o desempenho de novilhas Nelore na estação seca recebendo diferentes níveis de proteína, Martins et al. (2015), observaram maior consumo de matéria seca para os animais suplementados comparado aos não suplementados (1,5

e 1,2% do PC), e maior ganho de peso médio diário e peso final para novilhas suplementadas em relação às não suplementadas. Os autores atribuíram o melhor desempenho dos animais suplementados devido a maior ingestão de proteína bruta e energia, que são determinantes no desempenho animal.

Barros et al. (2014), avaliaram os efeitos da suplementação no período da seca e/ou transição seca-águas sobre o desempenho produtivo de novilhas de corte, em pastagem de *Urochloa decumbens* (*Brachiaria decumbens*), e verificaram que os animais suplementados com 1 kg dia⁻¹, apresentaram maior ganho médio diário comparado aos animais que receberam apenas sal mineral. A suplementação aumentou o consumo de matéria seca total no período seco (1,82 e 1,58% do PC), e no período de transição seca-águas (2,44 e 1,92% do PC) comparado aos animais não suplementados, respectivamente. Nas duas fases estudadas, a suplementação melhorou a digestibilidade da dieta, contudo, não alterou o consumo de forragem.

A variação de desempenho quando adotada a suplementação em pastejo na época seca é elevada, devido interação forragem: suplemento: animal, as quais são caracterizadas individualmente a cada experimento. Esta variação de ganho de peso em sistema de pastejo foi verificado em 27 trabalhos, em que houve uma tendência linear crescente no ganho médio diário com o aumento da suplementação até níveis de 0,8% do PC e, acima deste valor, embora possa melhorar o ganho, estes aparentemente são menores (SILVA et al., 2009).

A escolha do nível de suplementação deve ser baseada nos custos do suplemento, no valor pago pela arroba, bem como os objetivos do produtor. Assim como no confinamento, menores preços de suplementos favorecem o uso de maiores níveis. O uso de níveis de suplementação médios a altos também é utilizado para assegurar determinada taxa de ganho para maior número de animais por determinado período e aumentar a taxa de lotação em pastagens (PILAU; LOBATO., 2006). Entretanto, a literatura relata que quanto maior o nível de suplementação mais evidente se torna o efeito substitutivo (MOORE, 1999), no qual o animal substitui o consumo de pasto pelo de concentrado, que dependendo do objetivo da suplementação pode não ser vantajoso.

Ao estudar os efeitos de diferentes níveis de suplementação proteica (0; 0,50; 1,0; 1,50 e 2,0 kg animal dia⁻¹) sobre o desempenho produtivo de novilhas em pastagem de *Urochloa decumbens* (*Brachiaria decumbens*), Cabral et al. (2014b) observaram que na estação de transição chuva-seca o desempenho para as novilhas

suplementadas foi aproximadamente 32% maior em relação a aquelas alimentadas com suplemento mineral, em função do aumento no consumo e na digestibilidade dos nutrientes. O máximo desempenho de 0,489 kg dia⁻¹, foi atingido quando fornecido 1,05 kg de suplemento, e nesse período o consumo de forragem não foi alterado, demonstrando não ter havido efeito substitutivo. Já no período seco, o consumo de matéria seca também aumentou com os níveis de suplementação, e, segundo os autores, houve uma tendência de estabilização do ganho médio diário a partir do fornecimento de 0,980 kg de suplemento, e concluíram que o fornecimento de 1 kg de suplemento dia⁻¹ proporciona o máximo de ganho de peso.

Ao avaliar o fornecimento de suplementos múltiplos nos níveis de 0,55; 1,11 e 1,66% do peso corporal em novilhas de corte no período seco Silva-Marques et al. (2015) observaram aumento linear no consumo de matéria seca total e dos nutrientes e redução no consumo matéria seca da forragem em função dos níveis de suplementos. A resposta máxima estimada para a suplementação de 1,66% do PC, a qual propiciaria ganho de 0,741 kg animal dia⁻¹, e a estratégia de suplementação com fornecimento de 0,55% do PC, de suplemento múltiplo se destacou como a de melhor rentabilidade econômica.

Em estudo para avaliar o efeito de dois diferentes níveis de suplementação (0,7 e 1,4% do peso vivo) sobre o desempenho de novilhos Nelore em pastejo, Neto et al. (2003) observaram maior desempenho para animais que receberam nível mais alto (489 e 634 g animal dia⁻¹). Essa diferença foi em função do maior consumo, pois animais suplementados com 1,4% do PV, consumiram 2,91 kg a mais de concentrado, que refletiu em quase 30% a mais no desempenho em relação aos animais do menor nível.

Mendes Filho (2016), ao estudar o consumo, o desempenho e as características da carcaça de tourinhos Nelore suplementados em dois níveis, 1,88% do PC e à vontade utilizando milho inteiro ou moído em diferentes sistemas de terminação, verificou que o fornecimento de suplemento à vontade em relação ao fornecimento restrito (1,88% do PC), resultou em maior consumo de matéria seca, maior ganho de peso e maior peso de abate, além de maior peso de carcaça com maior proporção de carne. O autor concluiu que utilização de suplementação à vontade na época seca permitiu excelentes resultados técnicos, com resultados semelhantes para milho grão inteiro e moído para as principais características analisadas

Mendes et al. (2014) avaliaram novilhos em pastagem de capim *Urochloa brizantha* (*Brachiaria brizantha*) suplementados com níveis crescentes (0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 % PC) na fase de terminação e verificaram que o aumento do nível de concentrado reduziu o tempo de pastejo, causando diminuição na ingestão de matéria seca e na FDN, indicativo evidente do efeito de substituição. Já Baroni et al. (2012) ao avaliarem níveis crescentes de concentrado (1,0; 2,0 e 4,0 kg animal dia⁻¹) composto de fubá de milho, em novilhos terminados em pastagem de capim *Megathyrsus maximus* (*Panicum maximum*) cv. Tanzânia no período seco, observaram efeito aditivo em maior proporção que o substitutivo do volumoso pelo concentrado, que proporcionou aumento do consumo de matéria seca total e melhor desempenho. A melhor eficiência de ganho para qualquer nível de desempenho, existe quando há equilíbrio entre a exigência e a disponibilidade de nutrientes, ressaltando também a importância de monitorar as interações entre os diferentes nutrientes (PAULINO et al., 2001).

1.4 Produção de fêmeas

1.4.1 Viabilidade de produção

No Brasil em 2017, foram abatidos 12,487 milhões de fêmeas, representando 40,5% do total de animais abatidos, desse percentual 9% foram novilhas (IBGE, 2019). Esses números mostram a importância econômica que as fêmeas apresentam para a pecuária no país.

A produção de fêmeas para abate, em muitas cidades, representa grande parte da carne comercializada em supermercados e açougues. No entanto, são comercializadas sem distinção entre categorias e, assim, todos os produtos cárneos originários de bois, vacas, novilhas, garrotes e outros são agrupados como “carne de boi” ou “carne de vaca” (COUTINHO FILHO et al., 2006). Nesse sentido nos últimos anos, têm surgido iniciativas de organizações públicas e privadas no intuito de valorizar os produtos cárneos, classificando por qualidade.

A terminação de novilhas tem sido utilizada como estratégia, devido sua capacidade de atingir acabamento em período menor comparado a outras categorias, podendo melhorar as características nutricionais e sensoriais da carne como a maciez (WEGLARZ, 2010; REDDY et al., 2014), proporcionarem carcaças com boa qualidade e deposição de gordura subcutânea desejável (COUTINHO FILHO et al., 2006;

BUREŠ; BARTOŇ, 2012). Além disso, a utilização de animais precoces apresenta vantagens, pois aumentam a eficiência do sistema de produção com a redução do ciclo produtivo, com isso aumenta o fluxo de capital, melhora a lucratividade e traz benefícios diretos e indiretos, como aumentos na taxa de natalidade e na produtividade (PACHECO et al., 2013).

Ítavo et al. (2007) observaram que pelo fato de apresentarem menor custo de produção e maior taxa de lotação, a produtividade por hectare (R\$/ha) foi maior para as novilhas comparado a vacas e novilhos (37 e 42%, respectivamente). Já Fernandes et al. (2007) verificaram maior taxa de remuneração mensal para novilhas comparado a machos inteiros e castrados (6,87; 6,36 e 4,72%), respectivamente. Esse retorno apresentado pelas novilhas foi influenciado principalmente pelo custo de aquisição dos animais, sendo esse, o principal fator que contribui para o potencial de exploração de novilhas, mesmo que a remuneração pelo peso de carcaça seja menor comparado aos machos.

1.4.2 Qualidade de carcaça e da carne

A bovinocultura brasileira conquistou nos últimos anos importante espaço no mercado mundial de carnes. O Brasil possui, hoje, o maior rebanho bovino comercial do mundo, é o maior exportador, segundo maior produtor mundial, além de apresentar o terceiro maior consumo interno e quarto consumo *per capita* de carne bovina (ABIEC, 2018). A pecuária nacional vem passando por transformações nos últimos anos, com constante busca por intensificação e, nesse sentido, a terminação de animais jovens tem sido usada como uma forma estratégica pelo sistema de produção de carne.

A condição sexual pode influenciar as características da carcaça. A principal diferença entre fêmeas e machos está na função da dinâmica de deposição de tecidos, que ocorre de maneira mais precoce para deposição de gordura nas fêmeas, diminuindo a taxa de ganho (BERG; BUTTERFIELD, 1976; DAZA et al., 2014). Quando comparado a machos inteiros e castrados, as fêmeas geralmente possuem carcaças com menor peso e conformação (DAZA et al., 2014; PACHECO et al., 2013; REDDY et al., 2014) entretanto, possuem maiores valores de espessura de gordura subcutânea e marmoreio na carne (WEGLARZ, 2010; BUREŠ; BARTOŇ, 2012).

A gordura intramuscular pode interferir na estrutura do tecido conjuntivo e reduzir a força mecânica no momento da mastigação ao romper a fibra muscular (ZHANG et al., 2010). A gordura de cobertura protege a carcaça contra o rápido resfriamento nas primeiras 24 h, reduzindo o impacto do frio sobre as fibras musculares evitando o encurtamento destas pelo frio (FELÍCIO, 1997). As características físico-químicas da carne como o teor de água, pH, luminosidade e maciez também podem ser influenciadas pela condição sexual (ZHANG et al., 2010).

Ao avaliar os efeitos da classe sexual (machos não castrados e fêmeas) sobre as características da carcaça e da carne de animais taurinos suplementados a pasto, Daza et al. (2014) verificaram maior peso de carcaça e conformação para os machos, e maior rendimento de carcaça, grau de gordura subcutânea e marmoreio para as fêmeas.

Em estudo realizado por Marcondes et al. (2008), com diferentes condições sexuais (machos não castrados, machos castrados e fêmeas) recebendo dois níveis de concentrado (1,0 e 1,25% do PC) em confinamento, os autores verificaram que machos não-castrados obtiveram 24% a mais de peso que os castrados, e 22% a mais que as fêmeas. Essa maior eficiência na deposição de peso, evidencia a tendência de maior taxa de ganho, principalmente de tecido muscular, em razão da maior síntese de hormônios esteroides nos machos não castrados, que pode ser comprovado pelos maiores resultados de peso de carcaça quente, traseiro especial, dianteiro, área de olho de lombo e maior ganho médio em carcaça para machos não castrados, seguidos dos machos castrados e fêmeas. Já as fêmeas depositaram mais gordura na carcaça, tanto subcutânea quanto intramuscular.

Ao avaliar as características da carcaça e da carne de novilhas Angus X Nelore recebendo milho ou sorgo em regime de semi-confinamento, Souza (2016) observou espessura de gordura subcutânea de 4,72 e 4,44 mm e rendimento de carcaça de 51,92 e 52,14% para as novilhas recebendo milho e sorgo, respectivamente. O resultado para a espessura de gordura subcutânea na idade estudada (16 meses) foi atribuído ao consumo de concentrado (2% do PC) e ao alto valor energético do concentrado com alta proporção de grãos.

Oliveira (2017) estudou os efeitos dos níveis de suplementação na recria (0; 0,5; 1,0 e 1,5% do PC) sobre as características de carcaça de novilhas Nelore alimentadas com 1% do PC na terminação e não observou diferenças para peso e rendimento de

carcaça. No entanto, novilhas suplementadas na recria com maior nível de suplemento apresentaram carcaças com melhor perfil de desenvolvimento muscular.

1.4.3 Maturação da carne

O rebanho brasileiro é composto predominantemente por animais zebuínos da raça Nelore (*Bos indicus*) e seus cruzamentos (ABIEC, 2018). Normalmente, animais *Bos indicus* apresentam carnes com menor maciez comparado aos *Bos taurus*. A menor maciez na carne de animais zebuínos pode ser relacionada à reduzida taxa de proteólise *post mortem*, devido a maior concentração da enzima calpastatina, que promove a inibição das calpaínas. Já é comprovado que a atividade da calpastatina e a força de cisalhamento aumentam à medida que a participação do genótipo *Bos indicus* ultrapassa 25%, resultando em carnes com menor maciez (RUBENSAN et al., 1998; CURI et al., 2010; LAGE et al., 2012; GIUSTI et al., 2013).

Uma alternativa tecnológica que pode ser utilizada pela indústria da carne para melhorar a maciez da carne de animais zebuínos é a maturação, pois diminuem as diferenças de textura da carne entre as raças e entre indivíduos dentro da mesma raça, e reduz as diferenças entre a qualidade da carne, produzindo produto mais homogêneo para o consumidor, além de agregar maior valor ao produto (WHEELER et al., 2005; OBUZ et al., 2014; PIAO et al., 2015; KHAN et al., 2016).

Maturação é o resultado do processo que consiste em manter a carne refrigerada sob temperaturas próximas a 0 °C, por um período suficiente para torná-la não apenas macia, como também melhorar outras qualidades sensoriais (LAWRIE; LEDWARD, 2006). No entanto, o processo de maturação da carne é complexo e pode ser afetado por fatores pré-abate como genótipo, sexo, dieta, peso vivo e suas interações, pois influenciam a qualidade da carne, a deposição de gordura e composição de ácidos graxos da carne. Fatores pós-abate como temperatura, velocidade do ar, umidade relativa, luz UV e tempo de maturação que é um fator importante por influenciar a textura e o sabor da carne, tem sido o principal foco de vários estudos sobre os efeitos do tempo de armazenamento da carne (CAMPO et al., 1999; DESTEFANIS et al., 2008; LIAN et al., 2013).

Dentre os fatores que interferem, é comprovado que a maciez final seja determinada principalmente pela extensão da proteólise por ação de enzimas endógenas. As principais enzimas presentes nesse processo são as calpaínas e as

catepsinas capazes de hidrolisar as proteínas miofibrilares (TAYLOR et al., 1995; KOOHMARAIE; GEESINK, 2006).

Para melhor entender o processo de maturação, é preciso conhecer a estrutura da fibra muscular, que é a unidade fundamental do músculo (Figura 1). A fibra muscular é constituída por miofibrilas, que são estruturas cilíndricas, compridas e delgadas, formadas por um agrupamento ordenado de filamentos grossos e finos, paralelos entre si, cuja distribuição ao longo da miofibrila é responsável pela formação de bandas. É composta pela banda A e banda I, sendo esta dividida ao meio por uma linha transversal escura chamada linha ou disco Z. A unidade estrutural repetitiva da miofibrila onde os eventos morfológicos do ciclo de contração e relaxamento do músculo ocorrem é o sarcômero, que é definido como o segmento entre duas linhas Z sucessivas (HOPKINS; THOMPSON, 2002; SWATZ et al., 2009).

Cerca de 75 a 80% das proteínas que constituem as miofibrilas são a miosina e actina. A miosina é o principal componente dos filamentos grossos, além de outras proteínas como a C, M, I e F. O principal componente dos filamentos finos é a actina, além de tropomiosina, troponina e β -actinina. Nas linhas Z estão localizadas outras proteínas como α -actinina, desmina, filamina, vimetina e sinemina. A nebulina é encontrada na região da banda I e a titina está distribuída ao longo dos filamentos grossos e finos (GOLL et al., 2003; SWATZ et al., 2009).

Dentre as enzimas envolvidas na proteólise o complexo enzimático calpaína/calpastatina é considerado o principal mecanismo no processo que leva ao amaciamento da carne (KOOHMARAIE, 1992; ALVES et al., 2005; HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). As calpaínas são proteases dependentes de cálcio envolvidas na maturação *post-mortem*, não degradam actina e miosina e são responsáveis pela degradação da linha Z (SWATZ et al., 2009).

O sistema calpaína usa diferentes isoformas de proteases de cisteína dependentes de cálcio para degradar proteínas do citoesqueleto (titina, nebulina, desmina e filamina) no músculo (ROWE et al., 2004). Muitas dessas isoformas foram descobertas nas últimas décadas, entre elas as calpains 1, 2 e 10, que promovem maior maciez *post mortem* pela degradação de nebulina e desmina (GOLL et al., 2003), sendo que a calpaína 10 é a mais correlacionada com o aumento da maciez (ILIAN et al., 2004).

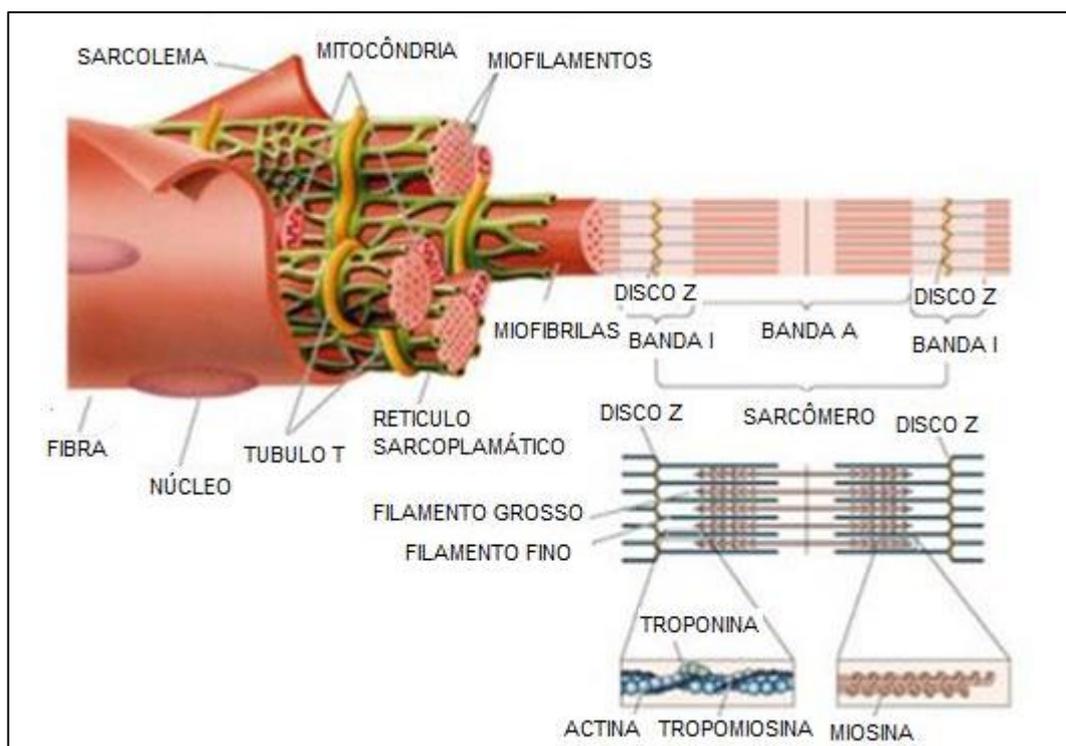


Figura 1 – Organização da fibra muscular
 Fonte: <http://magisnef.wordpress.com> (2007).

O sistema enzimático das calpaínas apresentam três componentes principais:

- Calpaína tipo I ou m-calpaína - ativada por concentração micromolar de cálcio, e quando pH decai de 6,8 para aproximadamente, 5,7;
- Calpaína tipo II ou μ -calpaína - ativada por concentração milimolar de cálcio, e quando o pH está em torno de 5,7, e, é responsável pela continuidade do processo de amaciamento, estando ativada próximo a 16 horas *post mortem* e assim permanecendo por longos períodos. Há evidências que em pH entre 5,5 e 5,8 a μ -calpaína encontra-se inativada (KANAWA; TAKAHASHI, 2002).
- Calpastatina – função de inativar as calpaínas (KOOHMARAIE, 1992; LONERGAN et. al., 2010).

Dessa forma, o pH influencia diretamente a atividade das calpaínas, pois alterações em seus níveis vão modificar a estrutura das moléculas de cálcio substrato alvo das calpaínas, tornando-as mais acessíveis para sua ativação elevando assim a proteólise e aumentando a maciez (LONERGAN et. al., 2010).

As maiores mudanças na maciez são encontradas entre 3 a 4 dias *post mortem*, devido a ação proteolítica das calpaínas promovendo o amaciamento da carne pela degradação das proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C, encontradas na linha Z (JUÁREZ et al., 2012).

No trabalho de Wyrwicz et al. (2016), ao estudarem a influência de dias de maturação em características do músculo semimembranoso de animais Holandês x Simental, verificaram que a maturação reduziu a força de cisalhamento (FC) aos 14 dias. Os autores atribuíram essa resposta a degradação das proteínas musculares pelas calpaínas, que alterou a estrutura das fibras musculares diminuindo a dureza da carne. Os tempos de maturação também aumentaram o pH e promoveram alterações na cor da carne (HUFF-LONERGAN; ZHANG; LONERGAN, 2010).

No estudo de Andrade et al. (2010), que avaliaram a qualidade da carne durante a maturação do músculo *Longissimus thoracis* de bovinos Red Norte e Nelore, também verificaram menor FC para as carnes maturadas. Entre os grupos genéticos, os animais da raça Red Norte apresentaram carne mais macia que os animais da raça Nelore, provavelmente diferença na proteólise *post mortem* e maior atividade da calpastatina dos *B. indicus* quando comparado a *B. taurus* (WHEELER et al., 1990; SHACKELFORD et al., 1994).

Ao estudarem os efeitos da maturação convencional e maturação pós congelamento nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias, no músculo *Longissimus thoracis* de touros Nelore e Aberdeen Angus, Aroeira et al. (2016) observaram que a maior taxa proteolítica ocorreu até o sétimo dia de maturação. Também observaram maior FC e menor comprimento do sarcômero para o Nelore comparado ao Angus, e em relação ao pH, os dias de maturação não provocaram alteração.

Além das calpaínas, as proteases lisossomais (catepsinas) também estão envolvidas no processo do amaciamento da carne. As catepsinas B e D degradam a actina e miosina, e as catepsinas B e L degradam o colágeno (CHÉRET et al., 2007). As catepsinas agem na membrana lisossomal quando o pH do músculo diminui (5,5) no *post mortem*, liberando as catepsinas dos lisossomas para hidrolisar as proteínas miofibrilares (SANCHO et al., 1997; SENTANDREU; COULIS; OUALI, 2002).

Com objetivo de avaliar a atividade proteolítica no músculo *Longissimus lumborum* durante a maturação em diferentes valores de pH, alto (pH \geq 6,2), intermediário (pH 5,8 a 6,19) e baixo (\leq 5,79), Lomiwes et al. (2014) verificaram aumento da maciez nos tempos de maturação, e a relação direta das enzimas com o

pH. Os resultados mostraram que na faixa de pH alto, a FC foi menor comparado ao pH baixo em todos os tempos de maturação (1, 7, 14, 21 e 28 dias), a μ -calpaína rapidamente degrada a titina, nebulina e filamina, localizadas na banda-I. Já em pH baixo, a desmina é degradada com maior rapidez pela ação da catepsina B. Os autores concluíram que há evidências que o desenvolvimento da maciez está relacionado à compartimentação do pH final. E ressaltaram que a degradação proteolítica *pos mortem* não são exclusivos dos dois sistemas calpaína e catepsina. Além desses, mais dois sistemas proteolíticos, proteassomas e caspases estão envolvidos na apoptose *post mortem*, e os mecanismos que modulam esse processo também podem influenciar a maciez da carne (HERRERA-MENDEZ et al., 2006; OUALI et al., 2006).

1.5 Referências

- ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, 2018. Disponível em: http://www.abiec.org.br/41_exportacao_ano.asp 800.jpg. Acesso: 21/01/19.
- ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1791-1800, 2010.
- AROEIRA, C. N.; TORRES FILHO, R. A.; FONTES, P. R.; GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, A. L.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Freezing, thawing and aging effects on beef tenderness from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Meat science**, v. 116, p. 118-125, 2016.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1598-1624, 2000.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MACEDO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.
- BARGO, F. MULLER, L. D.; KOLVER, E. S.; DELAHOY, J. E. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 1, p. 1-42, 2003.
- BARONI, C., LANA, R., FREITAS, J. A., MANCIO, A., SVERZUT, C. B., QUEIROZ, A. C.; LEÃO, M. Níveis de suplemento para novilhos Nelore terminados a pasto na seca: consumo e digestibilidade. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, p. 31-41, 2012.
- BARROS, L. V.; PAULINO, M. F.; MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E.; ALMEIDA, D. M.; MARTINS, L. S.; CARDENAS, J. E. G. Desempenho produtivo e nutricional de novilhas de corte em pastejo suplementadas no período da seca e/ou no período de transição seca-águas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2655-2672, 2014.
- BELL, C. G.; WALLEY, A. J.; FROGUEL, P. The genetics of human obesity. **Nature Reviews Genetics**, v. 6, p. 221-234, 2005.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, p. 240, 1976.
- BONILHA, S. F. M.; CYRILLO, J. N. S. G.; SANTOS, G. P.; BRANCO, R. H.; RIBEIRO, E. G.; MERCADANTE, M. E. Z. Feed efficiency, blood parameters, and ingestive behavior of young Nellore males and females. **Tropical Animal Health Production**, v. 47, p. 1381-1389, 2015.
- BUREŠ, D.; BARTOŇ, L. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. **Czech Journal Animal Science**, v. 5, p. 34-43, 2012.

CABRAL, C. H. A.; PAULINO, M. P.; DETMANN, E.; VALENTE, E. E. L.; BARROS, L. V.; CABRAL, C. E. A. Levels of supplementation for grazing pregnant beef heifers. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 226-234, 2014a.

CABRAL, C. H. A.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; BARROS, L. V.; VALENTE, E. E. L.; BAUER, M. O.; CABRAL, C. E. A. Levels of supplementation for grazing beef heifers. **Asian-Australasian Journal Animal Sciences**, v. 27, p. 806-817, 2014b.

CHÉRET, R.; DELBARRE-LADRAT, C.; DE LAMBALLERIE-ANTON, M.; VERREZ-BAGNIS, V. Calpain and cathepsin activities in post mortem fish and meat muscles. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1474-1479, 2007.

COUTINHO FILHO, J. L. V.; PERES, R. M.; JUSTO, C. L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2043-2049, 2006.

CURI, R. A.; CHARDULO, L. A. L.; GIUSTI, J.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Assessment of GH1, CAPN1 and CAST polymorphisms as markers of carcass and meat traits in *Bos indicus* and *Bos taurus*–*Bos indicus* cross beef cattle. **Meat Science**, v. 86, p. 915-920, 2010.

DAZA, A.; REY, A. I.; CARRASCO, C. L.; LOPEZ-BOTE, C. J. Effect of gender on growth performance, carcass characteristics and meat and fat quality of calves of Avileña-Negra Ibérica breed fattened under free-range conditions. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.12, p. 683-693, 2014.

DESTEFANIS, G.; BRUGIAPAGLIA, A.; BARGE, M.T.; DAL MOLIN, E. Relationship between beef consumer tenderness perception and warner-bratzler shear force. **Meat Science**, v. 78, p. 153-156, 2008.

DETMANN, E.; GIONBELLI M. P; HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal Animal Science**, v. 92, p. 32-41, 2014.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 50, p. 757-773, 1999.

EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. L. S.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p.1177-1185, 1999.

GIUSTI, J.; CASTAN, E.; DAL PAI, M.; ARRIGONI, M. de B.; RODRIGUES BALDIN, S.; de OLIVEIRA H. N. Expression of genes related to quality of *Longissimus dorsi* muscle meat in Nellore (*Bos indicus*) and Canchim (5/8 *Bos taurus* × 3/8 *Bos indicus*) cattle. **Meat science**, v. 94, n. 2, p. 247-252, 2013.

GOLL, D. E.; THOMPSON, V. F.; LI, H.; WEI, W.; CONG, J. The calpain system. **Physiological Reviews**, v. 83, p.731-801, 2003.

HERRERA-MENDEZ, C. H.; BECILA, S.; BOUDJELLAL, A.; OUALI, A. Meat ageing: Reconsideration of the current concept. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 394-405, 2006.

HOPKINS, D. L.; THOMPSON, J. M. Factors contributing to proteolysis and disruption of myofibrillar proteins and the impact on tenderisation in beef and sheep meat. **Crop and Pasture Science**, v. 53, n. 2, p. 149-166, 2002.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of *post-mortem* biochemical and structural changes. A review. **Meat Science**, v. 71, p. 194–204, 2005.

HUFF-LONERGAN, E.; ZHANG, W.; LONERGAN, S. M. Biochemistry of *post-mortem* muscle-lessons on mechanisms of meat tenderization. **Meat Science**, v. 86, p. 184-195, 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE-Estatística da Produção Pecuária**, p. 77, março 2019. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201801caderno.pdf. Acesso em: 21/01/2019.

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 novillo de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", p. 79-97, 1997.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. R. M.; HENRIQUE, W.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, E. A.; TÚLIO, R. R. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamentos alimentados com dieta a base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 855-864, 2007.

ILIAN, M. A.; EL-DIN, A. A.; BEKHIT, A.; BICKERSTAFFE, R. Does the newly discovered calpain 10 play a role in meat tenderization during post-mortem storage? **Meat Science**, v. 66, p. 317-327, 2004.

ÍTAVO, L. C. V.; DIAS, A. M.; ANDRESON, H. C.; ÍTAVO, C. C. B. F. Terminação de diferentes categorias de bovinos suplementados em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 4, 2007.

JUÁREZ, M, ALDAI, N, LÓPEZ-CAMPOS, Ó, DUGAN, M, UTTARO, B, AALHUS, J. **Beef texture and juiciness**. In Handbook of meat and meat processing (Ed. YH Hui), CRC Press, Boca Raton, Florida. p. 177–206, 2012.

LAWRIE, R. A.; LEDWARD, D. A. **Lawrie's meat science** (7th ed.). Cambridge, England: Woodhead Publishing, 2006.

LIAN, T.T.; WANG, L.; LIU, Y. A new insight into the role of calpains in *post-mortem* meat tenderization in domestic animals: A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, p. 443-454, 2013.

LOMIWES, D.; FAROUKA. M. M.; WUA, G.; YOUNG, O.A. The development of meat tenderness is likely to be compartmentalised by ultimate pH. **Meat Science**, v. 96, p. 646-651, 2014.

KANAWA, R.; JI, J. R.; TAKAHASHI, K. Inactivity of μ -calpain throughout postmortem aging of meat. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2, p. 635-638, 2002.

KHAN, M. I.; JUNG, S.; NAM, K. C.; JO, C. Postmortem aging of beef with a special reference to the dry aging. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 36, p. 159-169, 2016.

KOOHMARAIE, M. The role of Ca_{2+} dependent proteases (calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness. **Biochimie**, v. 74, p. 239-245, 1992.

KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G. H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 34-43, 2006.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, E. J. O.; DUARTE, M. S.; BENEDETI, P. D. B.; SOUZA, N. K. P.; COX, R. B. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**, v. 90, p. 770-774, 2012.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, M. A.; OLIVEIRA, F. A. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 635-647, 2009.

MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; DINIZ, L. C. D.; SANTOS, T. R. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2243-2250, 2008.

MARTINS, L. S.; PAULINO, M. F.; MARCONDES, M. I.; RENNÓ, L. N.; ALMEIDA, D. M.; BARROS, L. V.; SILVA, A. G.; CARVALHO, V. V.; LOPES, S. A.; LIMA, J. A. C.; MOURA, F. H. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas Nelore em pastejo na época seca. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.1519-1530, 2015.

MENDES, F. B. L., SILVA, R. R., DE CARVALHO, G. G. P., DA SILVA, F. F., LINS, T. O. J. D., DA SILVA, A. L. N.; GUIMARÃES, J. O. Ingestive behavior of grazing steers fed increasing levels of concentrate supplementation with different crude protein contents. **Tropical animal health and production**, v. 47, 423-428, 2014.

MENDES FILHO, G. O. **Sistema de alimentação na terminação de bovinos**. 2016. 149f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína -TO, 2016.

MERTENS, D. R. **Regulation of forage intake**. IN: FAHEY JUNIOR GC, MOSER LE, MERTENS DR. (Eds.). Forage quality, evaluation and utilization. American

Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, Madison, p. 450-493, 1994.

MOORE, J. E.; BRANT, M. H.; KUNKLE, W. E.; HOPKINS, D. I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 122-135, 1999 (suppl.2).

MOREIRA, F. B.; PRADO, I. N.; CECATO U.; WADA, F. Y.; MIZUBUTI, I. Y. Forage evaluation, chemical composition, and *in vitro* digestibility of continuously grazed star grass. **Animal Feed Science and Technology**, v. 113, p. 239-249, 2004.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7 ed. National Academy Press, Washington, DC, p. 232, 1996.

NETO, A. C. E. M.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U.; PRADO, I. N.; NETO, S. F. C.; KAZAMA, R.; OLIVEIRA, F. C. L. Suplementação de novilhos Nelore em pastejo de *Brachiaria brizantha* com diferentes níveis e fontes de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1945-1955, 2003.

OBUZ, E.; AKKAYA, L.; GÖK, V.; DIKEMAN, M. E. Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of *Longissimus lumborum* steaks from cull Holstein cows. **Meat Science**, v. 96, p. 1227-1232, 2014.

OLIVEIRA, A. R. **Suplementação de novilhas na recria e terminação** - Universidade Federal do Tocantins Araguaína: Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - UFT. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), 94p, 2017.

ORTEGA, R. M.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; RENNÓ, L. N.; SILVA, A. G.; MARQUEZ, D. C.; BITENCOURT, J. A. Quantities of supplements for grazing beef heifers in the dry-rainy transition season. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, 2016.

OUALI, A.; HERRERA-MENDEZ, C. H.; COULIS, G.; BECILA, S.; BOUDJELLAL, A.; AUBRY, L.; SENTANDREU, M.A. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. **Meat Science**, v. 74, p. 44-58, 2006.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; MENEZES, L. F. G.; ROSA, J. R. P.; KUSS, F.; ALVES FILHO, D. C.; NEIVA, J. N. M.; DONICHT, P. A. M. M. Características da carcaça e do corpo vazio de bovinos Charolês de diferentes categorias abatidos com similar grau de acabamento. **Arquivo Brasileiro de Zootecnia**, v. 65, n. 1, p. 281-288, 2013.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 2, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p.187-232.

PAULINO, M. F.; FIGUEIREDO, D. M.; MORAES, E. H. B. K.; PORTO, M. O.; SALES, M. F. L.; ACEDO, T. S.; VILLELA, S. D. J.; VALADARES FILHO, S. C.

Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 93-144, 2004.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. D. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; VÉRAS, R. M. L.; OLIVEIRA, D. M. Productive performance of Nellore cattle of different gender fed diets containing two levels of concentrate allowance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1079-1087, 2008.

PIAO, M. Y.; JO, C.; KIM, H. J.; LEE, H. J.; KIM, H. J.; KO, J. Y.; BAIK, M. Comparison of carcass and sensory traits and free amino acid contents among quality grades in loin and rump of Korean cattle steer. **Asian-Australasian Journal Animal Sciences**, v. 28, p. 1629-1640, 2015.

PILAU, A.; LOBATO, J. F. P. Recria de bezerras com suplementação no outono e pastagem cultivada no inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2388-2396, 2006.

REDDY, B. V.; SIVAKUMAR, A. S.; JEONG, D. W.; WOO, Y.; PARK, S.; LEE, S. Y.; BYUN, J. Y.; KIM, C. H.; CHO, S. H.; HWANG, I. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1-16, 2014.

REIS, R.A.; RUGGIERI, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; AZENHA, M. V.; CASAGRANDE, D. R. Supplementation as a strategy for the production of the beef quality in tropical pastures. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 642-655, 2012.

ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R. The Effects of Genetic Groups, Nutrition, Finishing Systems and Gender of Brazilian Cattle on Carcass Characteristics and Beef Composition and Appearance: A Review. **Asian-Australian Journal Animal Science**, v. 22, n. 12, p. 1718-1734, 2009.

RUBENSAM, J. M.; FELICIO, P. E.; TERMIGNONI, C. Effects of the *Bos indicus* genotype on calpastatin activity and texture of beef from steers slaughtered in the south of Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 405-409, 1998.

SANCHO, R.; JAIME, I.; BELTRAN, J. A.; RONCALES, P. Degradation of actin by cathepsins in beef fibers stored at 20C. **Journal of Muscle Foods**, v. 8, p. 137-146. 1997.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; FONSECA, D. M.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf.2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 214-224, 2004

SENTANDREU, M. A.; COULIS, G.; OUALI, A. Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, p. 398-419, 2002.

SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E.; ROHRER, G. A.; SAVELL, J. W. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield, and growth rate. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 4, p. 857-863, 1994.

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ITAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Grazing supplementation: availability and quality x supplementation levels x performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009.

SILVA-MARQUES, R. P.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ZERVOUDAKIS, L. K. H.; CABRAL, L. SILVA.; ALEXANDRINO, E.; MELO, A. C. B.; SOARES, J. Q.; DONIDA, E. R.; SILVA, L. C. P. Suplementos múltiplos para novilhas de corte em pastejo no período seco, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 525-540, 2015.

SOUZA, A. T. **Terminação de novilhas em semiconfinamento com grão de milho ou sorgo, inteiro ou moído**. Araguaína: Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - UFT. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), 94p, 2016.

SWARTZ, D. R., GREASER, M. L., CANTINO, M. E. **Muscle structure and function**. In: Du, M., McCormick, R.J. (Eds.), *Applied Muscle Biology and Meat Science*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1-40p, 2009,

TAYLOR, R. G.; GEESINK, G. H.; THOMPSON, V. F.; KOOHMARAIE, M.; GOLL, D. E. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? **Journal Animal Science**. v. 73, p. 1351-1367, 1995.

REDDY, B. V.; SIVAKUMAR, A. S.; JEONG, D. W.; WOO, Y.; PARK, S.; LEE, S. Y.; BYUN, J. Y.; KIM, C. H.; CHO, S. H.; HWANG, I. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. A review. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1-16, 2014.

ROWE, L. J.; MADDOCK, K. R.; LONERGAN, S. M.; HUFF-LONERGAN E. J. Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of μ -calpain. **Journal Animal Science**, v. 82, p. 3254-3266, 2004.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell University Press, 1994, 476p.

VÉRAS, R. M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; AZEVÊDO, J. A. G.; DETMANN, E.; PAULINO, P. V. R.; BARBOSA, A. M.; MARCONDES, M. I. Níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37 p. 951-960, 2008.

ZERVOUDAKIS, J. T.; ZANIN, R.; PESQUEIRA-SILVA, L. C. R.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K.; DA SILVA CABRAL, L.; BENATTI, J. M. B.; DA SILVA-MARQUES, R. P. Níveis de farelo de algodão de alta energia em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo: desempenho e avaliação econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 3283-3291, 2015.

ZHANG, Y. Y.; ZAN, L. S.; WANG, H. B.; XIN, Y. P.; ADOLIGBE, C. M.; UJAN, J. A. Effect of sex on meat quality characteristics of Qinchuan cattle. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 28, p. 4504-4509, 2010.

WEGLARZ, A. Quality of beef from semi-intensively fattened heifers and bulls. **Animal Science Papers and Reports**, v. 28, p. 207-218, 2010.

WHEELER, T.L.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 4206-4220, 1990.

WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; HACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and *longissimus* palatability traits. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 1, p.196-207, 2005.

WYRWISZ, J.; MOCZKOWSKA, M.; KUREK, M.; STELMASIAK, A.; PÓŁTORAK, A.; WIERZBICKA, A. Influence of 21 days of vacuum-aging on color, bloom development, and WBSF of beef *semimembranosus*. **Meat Science**, v. 122, p. 48 - 54, 2016.

CAPÍTULO II

DESEMPENHO PRODUTIVO DE NOVILHAS NELORE TERMINADAS COM NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do fornecimento de concentrado, em 1,0; 1,5; 2,0% do peso corporal e *ad libitum*, sobre o desempenho de novilhas Nelore terminadas no período seco e transição seca-águas. Foram utilizadas 84 novilhas Nelore, com peso corporal médio inicial de $250,61 \pm 26,52$ kg. Ao início do experimento, após a pesagem, foram selecionados quatro animais com peso médio do grupo para serem abatidos como referência, e os demais animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 20 animais por tratamento em quatro piquetes de 7,5 ha cada. O experimento do período seco teve duração total de 112 dias, dividido em quatro períodos de 28 dias. Todos animais que não atingiram o peso de 330 kg aos 112 dias (Fase I), continuaram por mais 45 dias recebendo suplementação em 1% do PC, perfazendo o total de 157 dias de terminação (Fase II). Na fase I, não houve efeito dos níveis de suplementação ($P > 0,05$) para o ganho médio diário, com média de $0,640 \text{ kg dia}^{-1}$. O peso final, peso de carcaça quente e seus rendimentos, ganho médio diário em carcaça e recorte de gordura, também não foram alterados pelo aumento nos níveis de suplementação ($P > 0,05$). Na fase II, quando todos os animais passaram a receber 1% do PC em suplemento, o ganho médio diário foi semelhante ($P > 0,05$) entre os tratamentos, com média de $0,600 \text{ kg dia}^{-1}$. O peso final, peso de carcaça quente e seus rendimentos e recorte de gordura, também não apresentaram diferença ($P > 0,05$). A melhor margem líquida de R\$141,80 por animal/período, foi observada no nível de suplementação de 1% do PC na fase I. A utilização de suplementação acima de 1% do peso corporal mostrou-se economicamente inviável para as condições do presente estudo, pois, não melhoraram o desempenho e características da carcaça e aumentaram o custo com alimentação.

Palavras-chave: desempenho, suplemento, terminação a pasto

CHAPTER II

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF HEIFERS FINISHED WITH LEVELS OF SUPPLEMENTATION

Abstract: The objective of this experiment was to evaluate the effects of the concentrate supply at 1.0; 1.5; 2.0% of body weight and *ad libitum*, on the performance of Nelore heifers finished in the dry season and dry-water transition season. Nelore heifers were used, with initial mean body weight of 250.61 ± 26.52 kg. At the beginning of the experiment, after weighing, four animals with average weight of the group were selected to be slaughtered as reference, and the other animals were distributed in a completely randomized design, with 20 animals per treatment in four paddocks of 7.5 ha. The dry season trial lasted 112 days, divided into four periods of 28 days. All animals that did not reach the weight of 330 kg at 112 days (Phase I), continued for 45 days receiving supplementation in 1% of the BW, for a total of 157 days of finishing (Phase II). In phase I, there was no effect of supplementation levels ($P>0.05$) for the mean daily gain, with a mean of $0.640 \text{ kg day}^{-1}$. The final weight, warm carcass weight and yields, mean daily carcass gain and fat trimming, were also not affected by the increase in supplementation levels ($P>0.05$). In phase II, when all the animals started to receive 1% of BW in supplement, the average daily gain was similar ($P>0.05$) between treatments, $0.600 \text{ kg day}^{-1}$ of mean. The final weight, hot carcass weight and yields and fat cutting, did not show any differences either ($P>0.05$). The best net margin of R\$ 141,80 per animal/period was observed at the level of supplementation of 1% of BW in phase I. The use of supplementation above 1% of body weight proved to be economically unfeasible for the conditions of the present study, as not upgrade performance and characteristics carcass and increased feeding cost.

Key words: grass finishing, performance, supplement

2.1 Introdução

As forragens são a base nutricional da produção de bovinos nos trópicos. Todavia, forragem sob pastejo é um recurso de nutrientes de grande complexidade, porque sua capacidade de fornecer nutrientes tem variação qualitativa e quantitativa durante o ano, de acordo com a influência das variáveis climáticas (DETMANN et al., 2014). Por esse motivo, animais consumindo apenas forragem nem sempre alcançam nível de desempenho desejado. Restrições no consumo não permitem em completo o atendimento das exigências nutricionais para maiores ganhos (ROTH et al., 2013), sendo necessário o uso de concentrado para ganhos adicionais (DETMANN et al., 2014).

Na busca por alternativas para reduzir os impactos negativos da baixa oferta de forragem, e conseguir bons índices produtivos, o fornecimento de suplementos concentrados tem sido uma tecnologia importante, pois reduz a idade de abate (DOMINGUES et al., 2014; EUCLIDES et al., 2014) e, conseqüentemente, promove melhoria na qualidade da carcaça, por suprir as deficiências deixadas pela forragem, as quais variam em função da época do ano.

A terminação de novilhas a pasto aliada à suplementação pode aumentar a produtividade e o desempenho individual, encurtando as fases de recria e terminação. Além disso, fêmeas atingem o ponto de abate mais cedo e mais leves que os machos inteiros ou castrados, e a diferença observada é em função do crescimento e das taxas de deposição dos diferentes tecidos corporais que refletem nas características físicas da carcaça com bons resultados produtivos (BERG; BUTTERFIELD, 1976; DAZA et al., 2014; GUERRA et al., 2016; SILVA-MARQUES et al., 2015).

No entanto, ainda se questiona sobre a viabilidade e o nível ideal de suplementação concentrada a ser utilizado em cada fase de vida dos animais, bem como, a resposta produtiva possível de ser alcançada, devido às interações existentes entre forragem, suplemento e fase de produção, e das variações que podem ocorrer no consumo e aproveitamento do pasto nas diferentes épocas do ano (BARROS et al., 2014). Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de concentrado para novilhas Nelore submetidas a 1,0; 1,5; 2,0% do peso corporal e à vontade no período seco e transição seca-águas sobre o desempenho produtivo.

2.2 Material e métodos

Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento estão em conformidade com as normas éticas estabelecidas pela lei de procedimentos para uso de animais em pesquisa científica e foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT) sob processo de nº 23101.007360.

O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, município de Araguaína, localizada a 7°3'42 59" de Latitude Sul, e 48°12'26" de Longitude Oeste, nos meses de julho a novembro, referente ao período seco e transição seca-águas. De acordo com a classificação de Köppen (1948) o clima da região é classificado como Aw (quente e úmido) com chuvas de outubro a maio.

Durante o período experimental os dados climáticos (Tabela 1) foram coletados na estação meteorológica de Araguaína, localizada a aproximadamente 4 km do local do experimento.

Tabela 1 - Médias para os dados meteorológicos de precipitação, temperatura máxima, temperatura mínima e umidade relativa do ar durante o período experimental - 2016

Ciclos	Temperatura do ar (°C)			Precipitação (mm)	UR (%)
	Mínima	Máxima	Média		
Período seco					
1° (24/06 a 21/07)	18,14	34,80	26,47	0,30	57
2° (22/07 a 18/08)	17,80	35,80	26,80	0,10	52
3° (19/08 a 15/09)	19,44	36,00	27,72	9,11	54
4° (16/09 a 13/10)	21,75	33,34	27,55	137,63	69
Período transição seca-águas					
1° (14/10 a 11/11)	21,29	33,15	27,22	151,10	74
2° (12/11 a 28/11)	22,10	32,34	27,21	174,60	78

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – Estação de Araguaína –TO; UR: umidade relativa do ar.

A área experimental foi constituída de quatro piquetes de 7,5 ha cada, cobertos uniformemente com *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (EMBRAPA, 2013). Os piquetes eram providos de cochos cobertos (20 cm/animal) para fornecimento do suplemento e água obtida direto de fonte natural.

Foram utilizadas 84 novilhas Nelore, com idade aproximada de 18 meses e peso médio de 250,61 ± 26,52 Kg. Ao início do experimento, após a pesagem, foram

selecionados quatro animais com peso médio do grupo para serem abatidos como referência, e os demais animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 20 animais por tratamento e quatro níveis de suplementação proteico energética. Os suplementos fornecidos, na matéria natural foram:

- **Tratamento 1** - Fornecimento de suplemento em 1,0% do peso corporal (PC);
- **Tratamento 2** - Fornecimento de suplemento em 1,5% do peso corporal (PC);
- **Tratamento 3** - Fornecimento de suplemento em 2,0% do peso corporal (PC);
- **Tratamento 4** - Fornecimento de suplemento à vontade (*ad libitum*).

Ao início do experimento todos os animais receberam suplemento em 1% do PC e para atingir os níveis de 1,5; 2,0 e à vontade foi acrescentado, diariamente, 0,1 ponto percentual de suplemento até chegar ao consumo preconizado.

O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com número fixo de animais por piquete, com vinte animais-teste empregados por piquete até o segundo período. No terceiro período foi colocado número fixo de animais reguladores nos piquetes com a finalidade de manter os níveis de oferta de forragem adequados. Assim, utilizou-se quatro animais reguladores no tratamento 2, oito animais reguladores no tratamento 3 e doze animais designados para o tratamento 4.

O suplemento continha 935 g/kg^{-1} de sorgo moído, 25 g/kg^{-1} de ureia e 40 g/kg^{-1} de núcleo mineral Granfós-80® (Tabela 2). Os carboidratos não fibrosos (CNF) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) do sorgo foram $631,80$ e $867,10 \text{ g kg}^{-1}$ de MS, respectivamente.

O experimento teve duração total de 112 dias (Fase I), dividido em quatro períodos de 28 dias, sendo período I de 24/06 a 23/07; II = 24/07 a 22/08; III = 23/08 a 17/09; IV = 18/09 a 15/10. A cada 28 dias após a pesagem, o fornecimento de suplemento de consumo restrito era ajustado de acordo com o peso dos animais. O fornecimento do suplemento era realizado uma vez ao dia, no período da manhã. Para os animais do tratamento à vontade era fornecido quantidade de concentrado que garantisse alimento sempre disponível no cocho.

Tabela 2 - Composição bromatológica do sorgo e do suplemento

Variáveis	Sorgo	Suplemento
Composição química, g kg ⁻¹ de MS		
Matéria seca	850,19	870,22
Proteína bruta	110,84	200,51
FDNcp	195,40	187,50
Fibra em detergente ácido	60,21	60,72
Hemicelulose	170,51	90,28
Lignina	20,12	10,99
Celulose	60,26	50,19
Extrato etéreo	10,89	10,78
Nitrogênio não proteico - Eq. Prot.	-	70,10
Matéria mineral	20,01	60,29
Carboidratos não fibrosos	-	614,10
Nutrientes digestíveis totais*	-	890,60

Níveis de garantia do núcleo mineral Granfós-80®: Fósforo (mín.), 80,00 g; Cálcio (mín.), 16,00 g; Cálcio (máx.), 158,40 g; Cobalto, 200,00 mg; Cobre, 1500,00 mg; Enxofre, 23,10 g; Flúor (máx.), 738,9 mg; Iodo, 150,00 mg; Magnésio, 10,00 g; Manganês, 1140,10 mg; Selênio, 18,10 mg; Sódio, 134,44 g; Zinco, 4266,00 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (mín.) 90; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; *Calculado: (NRC, 2001), PAF Sorgo moído =1,0.

O consumo de matéria natural do suplemento por kg por dia (CMNs, kg/dia) foi calculado utilizando-se o fornecido para os lotes dividido pela quantidade de animais (testes e reguladores). O consumo de matéria natural em percentual diário (CMNs, %PV/dia) foi calculado a partir do que era consumido de concentrado diariamente dividido pelo peso do lote. O ganho médio diário (GMD) consistiu no ganho de peso corporal total de cada animal dividido pelo número total de dias do período experimental (112 dias). O ganho de peso médio em carcaça (kg/dia) (GMDC) foi determinado pela equação: $GMDC = ((\text{Peso de abate} \times RC) - (\text{Peso inicial} \times RCi)) / \text{período experimental (dias)}$. Para o rendimento de carcaça inicial (RCi) utilizou-se a média dos valores obtidos para os animais referência que foi de 49,30 kg/100kg de peso corporal (PC).

A conversão alimentar do suplemento (CAs) foi calculada a partir da divisão entre o consumo de matéria seca do suplemento e o ganho médio diário de carcaça, e a eficiência alimentar do suplemento (EAs) foi realizada a partir da divisão do ganho médio diário de carcaça e o consumo de matéria seca do suplemento.

Para as avaliações da forragem, ao início e ao final de cada período de 28 dias, era medido a altura do pasto considerando-se a distância compreendida entre a superfície do solo até altura média do dobramento das folhas, em 100 pontos por piquete. Após determinação da média da altura da forragem, foram escolhidos quatro pontos que representassem a altura média, nos quais foram retiradas as amostras de

ferragem, com a utilização de uma moldura metálica de formato retangular com área conhecida de 0,6 m², realizando-se o corte da ferragem rente ao solo.

Após a coleta, foram pesadas e utilizadas para a determinação da matéria seca (MS) dos componentes morfológicos (lâmina foliar, colmo e material morto), através da separação manual, pesagem e secagem em estufa a 55 °C por 72 horas. A partir dessas variáveis, determinou-se a massa de ferragem, massa de lâminas foliares, de colmos e de material morto e a relação folha/colmo (Tabela 2).

As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no laboratório de Nutrição da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - EMVZ, Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína - TO.

Para a ferragem, foi retirada uma alíquota da porção lâmina foliar e do colmo, e moída em moinho de facas tipo Willey a 1,0 mm, para posterior análises dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica e proteína bruta (PB) (AOAC, 1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinadas segundo Van Soest (1973) e Van Soest et al. (1991).

O percentual de extrato etéreo (EE) foi determinado utilizando o Extrator Ankom XT10 seguindo o manual do instrumento (ANKON®, 2009). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com a equação proposta pelo NRC (2001):

$$\text{NDT} = \text{CNFd} + \text{PBd} + (\text{AGd} \cdot 2,25) + \text{FDNpd} - 7.$$

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) dos suplementos foi realizada de acordo com adaptação de Hall (2000), em virtude da inclusão de ureia na composição dos suplementos, onde:

$$\text{CNF} = 100 - \text{MM} - \text{EE} - \text{FDN} - (\text{PB} - \text{PBu} + \text{U})$$

em que:

PBu = teor de proteína bruta da ureia (ou mistura ureia e sulfato de amônio);

U = teor de ureia.

A lotação, medida em unidade animal (UA), foi calculada por meio do somatório da carga em peso corporal dos animais testes e animais reguladores. Para calcular o ganho de peso por área (GPA), multiplicou-se o ganho médio diário dos animais teste pelo número de dias-novilha/ha, que, por sua vez, foi calculado pela contagem do número total de animais mantidos no piquete multiplicado pelo número de dias de avaliação em cada período.

A oferta de forragem (kg de MS/100 kg de PV) foi obtida dividindo-se a disponibilidade diária de forragem pela taxa de lotação média de cada período, em kg/ha de PV, de modo que o valor obtido foi multiplicado por 100 para expressar a oferta diária em porcentagem do peso vivo (% do PV).

Ao final do período experimental de 112 dias os animais que atingiram 330 kg, (total de 43 animais), sendo 13; 7; 12 e 11 nos tratamentos com níveis de suplementação de 1; 1,5; 2,0% do PC, e à vontade, respectivamente, foram enviados para frigorífico comercial com SIF localizado na cidade de Araguaína, TO e abatidos.

Os animais de todos os tratamentos que não atingiram o peso de 330 kg no período seco, continuaram por mais 45 dias para terminação no período de transição seca-águas (Fase II), sendo um período de 28 dias (16/10 a 13/11) e o outro período de 17 dias (14/11 a 30/11), em piquete único de 7,5 ha, recebendo 1% do PC em suplemento. Os procedimentos para a coleta e análise bromatológica da forragem foram as mesmas relatadas para o período seco.

Após o abate dos animais, foram coletados os recortes de gorduras obtendo-se o peso dos recortes de gordura (RG). As meias carcaças foram identificadas e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e seu rendimento (RCQ). Os rendimentos da carcaça quente foram obtidos pela relação entre o peso de carcaça quente e peso de abate. Posteriormente, as meias carcaças foram lavadas e resfriadas por 24 horas, em temperatura variando de 0 a 2 °C.

Para avaliação do custo com alimentação foram determinadas as seguintes variáveis: custo diário com alimentação (R\$/dia) = soma dos custos diários com a suplemento; custo total com alimentação (R\$) = custo diário com alimentação * período experimental; custo da alimentação por kg de ganho (R\$/kg de GMD) = custo diário com alimentação/ganho médio diário; receita bruta (R\$/animal) = receita da venda das carcaças; receita líquida (R\$/animal) = receita bruta com a venda das carcaças - (custo da aquisição dos animais + custo total com alimentação) e a rentabilidade (%) = ((receita líquida/(custo do boi magro + custo total com alimentação + custo com aluguel do pasto)/número de meses) x 100; receita/ha (R\$/ha) = ((margem bruta * 10000)/ área do piquete) * número de animais. Para tanto, foram considerados os preços praticados de julho a dezembro de 2016 no estado do Tocantins para compra de insumos e compra e venda dos animais.

Os valores considerados foram: sorgo = R\$ 0,60 kg; ureia pecuária = R\$ 2,08 kg; mistura mineral (Granfós 80®) = R\$ 2,00 kg; moagem do grão de sorgo = R\$ 0,05

kg; aluguel do pasto = R\$ 18,00 cabeça/mês; @ do boi gordo = R\$ 126,00; @ do boi magro foi considerado ágio de 5% no valor da @ do boi gordo e não foram consideradas as flutuações de preço da arroba ocorridas no período. Em função do elevado preço do sorgo no período estudado, foram realizadas simulações do custo de produção e estimativa de receita de cada tratamento em relação ao preço do sorgo praticado.

Os dados coletados foram submetidos a testes de homocedasticidade e normalidade, sendo que em todas as variáveis de fluxo contínuo e distribuição normal realizou-se análise de variância. Em seguida as variáveis foram submetidas a análises de regressão utilizando-se modelos polinomiais de primeira ou segunda ordem, considerando o nível de suplementação como variável independente.

O peso inicial foi utilizado como co-variável, sendo que, quando não significativo, o efeito foi retirado do modelo.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = variável dependente;

μ = média geral;

α_i = efeito fixo dos níveis de suplementação;

β_k = efeito fixo da co-variável;

e_{ijk} = erro experimental residual.

Para verificar o ajuste das equações foi considerada a significância do teste “F” para os modelos, a significância do teste “t” para os parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) dos modelos e o coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQ modelo} / \text{SQ tratamento}$), considerando nível de significância igual ou inferior a 5%. Foi realizada análise de correlação de *Pearson* para todas as variáveis dependentes considerando nível de significância igual ou inferior a 5%. As análises foram realizadas através do pacote estatístico SAS 9.0 (2002).

2.3 Resultados e discussão

A massa seca de forragem (MSFO) apresentou valores aproximados entre os tratamentos durante os períodos avaliados (Tabela 3). A massa seca de forragem disponível (MSFO) e a oferta de forragem (OF), em todos os períodos, proporcionaram condições favoráveis aos animais exercerem o pastejo seletivo. De acordo com Silva et al. (2009), é necessário garantir pelo menos 4.500 kg de MSFD ha⁻¹ e oferta de forragem entre 10,0 e 12,0 kg de MS 100 kg⁻¹ PC dia⁻¹ de forragem para não comprometer os ganhos individuais.

Tabela 3 - Características estruturais, agrônômicas e composição bromatológica da fração folha do capim mombaça (*Megathysus maximus*) no período seco

Variáveis	Nível de suplementação (% do PC)				Média
	1,0	1,50	2,00	À vontade	
1° Período					
MSFO, kg ha ⁻¹	9078,55	8435,94	8507,53	8474,51	8491,02
Oferta de forragem, % PC	45,40	44,05	43,61	43,36	43,83
MSLF, kg ha ⁻¹	5171,50	4910,81	4854,13	4878,12	4894,47
Oferta de folha, % PC	25,86	25,64	24,88	24,96	25,3
Colmo, % MSFT	19,91	20,17	19,81	19,35	19,86
Material morto, % MSFT	22,47	22,69	21,95	23,65	22,58
Altura, cm	67,50	64,25	64,50	64,00	64,38
F/C	2,95	2,94	2,83	2,90	2,92
Taxa de lotação, UA ha ⁻¹	1,59	1,54	1,56	1,55	1,56
Ganho por área, kg dia ⁻¹	2,62	1,84	2,86	2,22	2,42
2° Período					
MSFO, kg ha ⁻¹	8160,93	7353,81	7795,48	7936,71	7866,10
Oferta de forragem, % PC	37,88	35,94	36,73	37,39	37,06
MSLF, kg ha ⁻¹	4126,03	3652,28	3737,21	3880,69	3808,95
Oferta de folha, % PC	19,15	17,85	17,61	18,28	18,07
Colmo, % MSFT	25,95	26,10	25,49	26,40	26,03
Material morto, % MSFT	25,51	26,43	26,35	25,02	25,93
Altura, cm	60,00	55,50	59,00	60,00	59,5
F/C	2,25	2,16	2,14	2,15	2,16
Taxa de lotação, UA ha ⁻¹	1,71	1,64	1,70	1,67	1,69
Ganho por área, kg dia ⁻¹	1,30	1,36	1,83	1,58	1,47
3° Período					
MSFO, kg ha ⁻¹	7644,96	6718,82	7199,68	7037,90	7118,79
Oferta de forragem, % PC	33,56	26,01	22,33	20,16	24,17
MSLF, kg ha ⁻¹	2794,18	2384,44	2536,39	2565,31	2550,85
Oferta de folha, % PC	12,27	9,23	7,87	7,35	8,55
Colmo, % MSFT	31,64	30,83	30,32	32,30	31,64
Material morto, % MSFT	32,41	33,97	34,16	31,20	33,19
Altura, cm	54,50	51,00	52,00	51,00	51,5
F/C	1,60	1,40	1,40	1,45	1,43
Taxa de lotação, UA ha ⁻¹	1,81	2,09	2,54	2,84	2,32
Ganho por área, kg dia ⁻¹	1,88	2,67	2,19	4,33	2,43

Continuação da tabela 3 na próxima página

Conclusão da tabela 3

	4º Período				
MSFO, kg ha ⁻¹	7398,32	7142,48	7304,54	6285,87	7223,51
Oferta de forragem, % PC	30,63	26,98	21,67	17,79	24,33
MSLF, kg ha ⁻¹	2616,35	2521,01	2530,21	2222,04	2525,61
Oferta de folha, % PC	10,83	9,52	7,51	6,29	8,52
Colmo, % MSFT	31,56	30,83	30,30	31,16	30,99
Material morto, % MSFT	33,08	34,55	34,42	33,38	33,90
Altura, cm	53,35	51,00	51,50	48,00	51,25
F/C	1,45	1,40	1,35	1,40	1,40
Taxa de lotação, UA ha ⁻¹	1,89	2,15	2,60	2,83	2,38
Ganho por área, kg dia ⁻¹	0,63	0,44	1,50	2,38	1,07

A disponibilidade de lâmina foliares é imprescindível para um bom desempenho animal, pois está diretamente relacionada ao consumo de forragem de maior valor nutritivo (ROTH et al., 2013). No presente trabalho as ofertas média de lâminas foliares no período seco permitiram boa seletividade e consumo de forragem de qualidade, desta forma, pode-se inferir que não houve limitação de consumo pela oferta de forragem e de lâmina foliar, pois, mesmo com redução nos valores dessas variáveis ao longo dos períodos, foram verificadas boas ofertas ao longo de todo experimento (Tabela 3).

A área ocupada com animais alimentados à vontade apresentou taxa de lotação 27% maior comparado ao menor nível, e o ganho de peso por área foi 63,50% maior (Tabela 3). Dessa forma, é recomendado o ajuste da lotação para o melhor aproveitamento da pastagem, principalmente quando se trabalha com níveis mais elevados de suplementação em que há redução no consumo de forragem provocado pelo aumento no consumo de concentrado (REIS et al., 2012, PAULINO; DETMANN; ZERVOUDAKIS, 2001).

A composição nutricional da fração folha, no período seco, apresentou média acima de 70 g kg⁻¹ para a proteína e 510 g kg⁻¹ de NDT (Tabela 4). Sabe-se que nos trópicos, com a chegada da estação seca, o teor de proteína bruta (PB) do pasto é um dos fatores que mais limita o desempenho dos animais mantidos em pastagens. Segundo Van Soest (1994), sempre que o teor de PB for inferior a 6 ou 7% da MS a ingestão de forragem será reduzida pela deficiência de nitrogênio (N). Nesse contexto, considerando-se apenas o conteúdo de PB da gramínea, seriam suficientes para manter o peso dos animais sem ganho adicional durante a fase I.

Tabela 4 - Composição bromatológica da fração folha do capim mombaça (*Megathyrus maximus*) no período seco

Variáveis	Níveis de Suplementação (% do PC)				Média
	1,0	1,50	2,00	À vontade	
	Composição química, g kg ⁻¹ de MS				
	1° Período				
Matéria seca	384,10	381,60	373,30	392,20	382,85
Proteína bruta	95,50	98,00	93,40	94,10	96,10
FDNcp	686,40	684,00	680,60	677,40	682,30
Fibra em detergente ácido	376,20	362,10	350,60	329,50	356,40
Lignina	60,00	58,00	57,80	59,00	58,50
Extrato etéreo	17,60	16,00	16,40	16,80	16,60
PIDIN, % PB	35,42	35,05	36,20	35,55	35,49
Matéria mineral	22,40	18,50	22,20	24,60	22,30
Carboidratos não fibrosos	142,60	147,90	151,80	151,50	149,70
Nutrientes digestíveis totais*	548,70	551,80	554,60	548,90	550,40
	2° Período				
Matéria seca	535,50	534,20	531,70	541,40	534,85
Proteína bruta	84,50	84,70	77,90	83,20	83,90
FDNcp	708,10	692,80	693,10	699,10	696,10
Fibra em detergente ácido	357,80	357,20	366,60	350,70	357,50
Lignina	66,30	66,50	67,00	65,70	66,40
Extrato etéreo	17,60	16,00	15,70	16,80	16,40
PIDIN, % PB	35,24	34,89	36,59	35,90	35,57
Matéria mineral	26,30	24,20	28,20	29,30	27,30
Carboidratos não fibrosos	128,60	147,30	150,20	136,70	142,00
Nutrientes digestíveis totais*	525,30	527,00	521,60	523,70	524,50
	3° Período				
Matéria seca	660,50	660,06	667,50	668,70	664,00
Proteína bruta	70,60	69,80	68,40	71,10	70,20
FDNcp	705,00	702,90	700,90	698,30	701,90
Fibra em detergente ácido	404,10	371,90	390,70	388,10	389,40
Lignina	73,10	69,70	61,60	68,60	69,20
Extrato etéreo	16,20	16,40	15,40	16,40	16,30
PIDIN, % PB	34,83	34,87	35,69	35,60	35,24
Matéria mineral	28,90	29,60	28,90	30,00	29,30
Carboidratos não fibrosos	144,30	146,40	151,40	149,20	147,80
Nutrientes digestíveis totais*	516,60	516,40	517,50	518,60	517,05
	4° Período				
Matéria seca	637,10	624,70	633,10	632,10	632,60
Proteína bruta	100,60	105,60	104,80	104,60	105,20
FDNcp	682,80	677,70	685,20	679,50	681,20
Fibra em detergente ácido	399,70	369,90	383,90	374,80	379,40
Lignina	67,90	67,80	64,60	63,60	66,20
Extrato etéreo	17,40	17,10	17,00	16,90	17,10
PIDIN, % PB	35,12	34,78	35,43	35,21	35,17
Matéria mineral	28,10	28,50	27,90	30,00	28,30
Carboidratos não fibrosos	130,70	136,10	130,10	133,90	132,30
Nutrientes digestíveis totais*	526,80	526,90	532,60	533,10	529,75

FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; PIDIN: Proteína insolúvel em detergente neutro; *Calculado: (NRC, 2001).

A diminuição na disponibilidade de forragem no período de transição seca-águas ocorreu principalmente pelo aumento da taxa de lotação que no final da fase I foi de 2,37 UA/ha (Tabela 3), passando para 4,9 UA/ha na fase II (Tabela 5).

Esse aumento foi devido a permanência dos animais em piquete único durante a fase II. No entanto, a menor disponibilidade de forragem não prejudicou o desempenho animal pois a oferta de forragem média de 9,53%, esteve próximo da faixa recomendada por Hodgson (1990) que sugeriu de 10 a 12 % peso corporal como sendo a oferta na qual o consumo de matéria seca de pasto é máximo.

A média de proteína bruta observado na fase II foi de 103,50 g PB/kg MS (Tabela 5), valor superior ao mínimo necessário de 70-80 g PB/kg de MS, para otimizar a degradação da forragem pelos microrganismos ruminais (SAMPAIO et al, 2009), e semelhante ao teor de PB necessário para maximizar a ingestão de forragem (90-100 g de PB/kg MS (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010).

Tabela 5 - Características estruturais, agronômicas e composição bromatológica da fração folha do capim mombaça (*Megathyrsus maximus*) no período de transição seca-águas

Variáveis	Transição seca-águas		Média
	1° Período	2° Período	
MSFO, kg ha ⁻¹	6143,19	5444,35	5793,77
Oferta de forragem, % PC	10,37	8,69	9,53
MSLF, kg ha ⁻¹	2337,50	2071,58	2204,50
Oferta de folha, % PC	3,91	3,31	3,61
Colmo, % MSFT	30,75	32,21	31,48
Material morto, % MSFT	31,20	30,93	31,06
Altura, cm	49,50	44,50	47,00
F/C	1,24	1,18	1,21
Taxa de lotação, UA ha ⁻¹	4,77	5,03	4,90
Ganho por área, kg dia ⁻¹	6,25	3,78*	5,02
Composição química, g kg ⁻¹ de MS			
Matéria seca	495,20	459,80	477,50
Proteína bruta	105,40	101,60	103,50
FDNcp	682,80	677,70	680,30
Fibra em detergente ácido	380,00	375,90	378,00
Lignina	65,50	63,00	64,30
Extrato etéreo	19,10	19,00	19,10
PIDIN, % PB	35,47	35,76	35,65
Matéria mineral	28,30	29,10	28,70
Carboidratos não fibrosos	140,90	154,00	147,50
Nutrientes digestíveis totais*	535,10	540,04	537,57

FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; PIDIN: Proteína insolúvel em detergente neutro; *Calculado: (NRC, 2001).

O consumo de suplemento foi abaixo do esperado para os maiores níveis de fornecimento, e como já era esperado houve incremento no consumo dos nutrientes

à medida que o consumo de suplemento aumentou (Tabela 6).

Nesse sentido, é possível inferir que no presente trabalho houve efeito substitutivo, pois certamente pelo fato de haver alta disponibilidade de forragem (Tabela 3) os animais puderam selecionar mais material de melhor qualidade. Ressalta-se também que, fatores metabólicos podem ter contribuído para redução do consumo de concentrado, pois no suplemento não havia adição de aditivos para manipulação da saúde ruminal.

Tabela 6 - Valores médios para o consumo de nutrientes do suplemento de novilhas suplementadas no período seco

Variáveis	Níveis de suplementação (% PC)			
	1,00	1,43	1,74	1,91
CMSs, Kg dia ⁻¹	2,55	3,53	4,41	4,78
CMSs, %PC	0,89	1,25	1,52	1,67
CPBs, kg dia ⁻¹	0,52	0,72	0,91	0,98
CFDNs, kg dia ⁻¹	0,48	0,66	0,83	0,90
CCNFs, kg dia ⁻¹	1,57	2,17	2,71	2,93
CNDTs, kg dia ⁻¹	2,27	3,14	3,93	4,25

CMSs: consumo de matéria seca do suplemento; CPBs: consumo de proteína bruta do suplemento; CFDNs: consumo de fibra em detergente neutro do suplemento; CCNFs: consumo de carboidratos não fibrosos do suplemento; CNDTs: consumo de nutrientes digestíveis totais do suplemento.

O primeiro período da Fase I foi aquele em que os animais apresentaram melhor ganho de peso médio (GMD), 0,89 kg/dia, contudo, não houve efeito dos níveis crescentes de suplementação ($P>0,05$; Tabela 7). No segundo período o ganho médio diário apresentou efeito linear crescente para os níveis de suplementação ($P=0,01$). No terceiro período o GMD não diferiu entre os níveis de suplementação ($P>0,05$) com média de 0,69 kg.

No quarto período experimental foram observados os menores ganhos comparado aos outros períodos com tendência a efeito quadrático ($P=0,06$) entre os níveis de suplementação, em que o nível de suplementação de 1,43% do PC foi aquele que apresentou menor GMD de 0,08 kg (Tabela 7).

A redução do GMD no quarto período pode ser justificado pelo início das chuvas no período de transição seca-águas (Tabela 1). Nesse período, o processo de crescimento da forragem se inicia de forma rápida com emissão de folhas novas, o teor de matéria seca diminui, a relação folha:colmo e o teor de proteína se elevam e ocorre a modificação do dossel forrageiro (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010).

Tabela 7 - Valores médios do ganho médio diário de novilhas suplementadas no período seco e transição seca-águas

Período	Nível de Suplementação (% PC)				CV (%)	Valor de P		R ² (%)
	1,0	1,43	1,74	1,91		L	Q	
Ganho médio diário, kg dia ⁻¹								
Fase I								
1° Período	0,98	0,69	1,07	0,83	43,81	0,84	0,20	1,0
2° Período	0,49	0,51	0,69	0,59	35,38	0,01 ¹	0,90	8,0
3° Período	0,71	0,86	0,56	0,65	36,71	0,10	0,07	4,0
4° Período	0,23	0,08	0,37	0,50	180,08	0,07	0,06	4,0
Média	0,60	0,60	0,65	0,62	5,16	0,95	0,37	2,0
Fase II								
1° Período	0,92	0,84	0,78	0,74	29,80	0,46	0,74	2,0
2° Período	0,47	0,37	0,40	0,58	108,54	0,54	0,24	5,0
Média	0,70	0,61	0,59	0,66	28,17	0,67	0,77	2,0

Equação linear ${}^1\hat{Y} = 0,307 + 0,171x$.

No presente trabalho também foi observado redução no teor de matéria seca e aumento no teor de proteína bruta da fração folha do terceiro para o quarto período da fase I (Tabelas 3 e 4), no entanto, a relação folha/colmo não aumentou. É possível que devido ao aparecimento de folhas novas os animais tenham modificado seu comportamento ingestivo, preferindo a ingestão de forragem, com respectiva redução no consumo de suplemento, o que pode ter interferido no desempenho em função do menor consumo de energia.

De acordo com Valadares Filho et al. (2016), para obter o ganho médio encontrado de 0,615 kg dia⁻¹, a exigência de PB e NDT de 0,807 e 3.800 kg dia⁻¹, respectivamente. Dessa forma, os suplementos atenderam em média 64,80; 89,72; 112,08 e 121,48 % da exigência diária de proteína, e 59,76; 82,73; 103,36 e 112,03 % da exigência diária de energia para os níveis de suplementação de 1,0; 1,43; 1,74 e 1,91 % do PC. Assim, considerando apenas a proteína bruta do suplemento, os tratamentos de 1,74 e 1,91 % do PC garantiriam GMD acima de 1 kg dia⁻¹. Por outro lado, ao considerar o consumo de energia via suplemento, o tratamento 1,74% do PC atendeu a exigência de NDT para o GMD observado e animais suplementados com 1,91% do PC, atingiriam desempenho próximo a 0,800 kg dia⁻¹.

Animais que receberam níveis mais elevados de suplemento no período seco apresentaram médias de GMD semelhante quando o fornecimento de concentrado foi reduzido para 1% do PC no período de transição seca-águas ($P > 0,05$; Tabela 7).

Na fase I, o peso final foi similar entre os níveis de suplementação ($P > 0,05$; Tabela 8). Esse resultado já era esperado, pelo fato do peso ao abate ter sido pré-

determinado. O ganho médio diário de carcaça (GMDC) e o rendimento de ganho (Rganho) não foi influenciado pelos níveis de suplementação apresentando média de 0,45 kg dia⁻¹, e 64,77%, respectivamente (P>0,05; Tabela 8).

Tabela 8 - Valores médios para o desempenho de novilhas suplementadas no período seco e transição seca-águas

Variáveis	Nível de Suplementação (% PC)				Média	CV (%)	Valor de P		R ² (%)
	1,0	1,43	1,74	1,91			L	Q	
Fase I									
Peso inicial, kg	250,60	248,05	248,05	249,70	250,61	7,15	-	-	-
Peso final, kg	342,14	342,86	337,57	338,57	340,33	4,33	0,20	0,99	3,0
GMDC, Kg.dia ⁻¹	0,44	0,41	0,49	0,44	0,45	15,30	0,31	0,93	4,0
Rganho, %	63,26	64,44	65,05	66,31	64,77	11,89	0,35	0,87	2,0
CAs, kg	5,92	8,76	9,18	11,30	8,79	18,54	< 0,001 ¹	0,68	62,0
EAs, kg	0,17	0,12	0,11	0,09	0,12	14,17	< 0,001 ²	0,14	77,0
PCQ, kg	180,00	179,50	179,50	178,70	179,40	4,41	0,72	0,99	-
RCQ, %	52,32	52,37	53,20	53,00	52,73	2,86	0,16	0,93	5,0
RG, kg	9,44	9,23	8,30	8,60	8,56	12,38	0,91	0,99	-
Fase II									
Peso inicial, kg	283,71	295,58	298,50	295,60	293,35	-	-	-	-
Peso final, kg	314,57	326,17	327,25	328,00	324,00	4,20	0,60	0,33	12,0
PCQ, kg	166,29	169,92	176,06	174,05	171,68	3,40	0,14	0,77	25,0
RCQ, %	53,10	52,71	53,04	52,71	52,89	2,05	0,33	0,59	2,0
RG, kg	8,21	7,91	8,80	7,66	8,15	19,63	0,99	0,99	-

GMDC: ganho médio diário em carcaça; Rganho: rendimento de ganho em carcaça; CAs = conversão alimentar do suplemento em kg de carcaça; EAs = eficiência alimentar do suplemento em kg de carcaça; PCQ: peso de carcaça quente; RCQ: rendimento de carcaça quente; RG: recorte de gordura; ¹Equação linear $\hat{Y} = 3,018 + 1722x$; ²Equação linear $\hat{Y} = 0,350 - 0,232x$.

Ressalta-se o bom resultado para o Rganho obtido para os animais, com valor próximo aos encontrados por Paulino et al. (2008), de 70; 68 e 67% para machos inteiros, castrados e fêmeas, respectivamente, terminados em confinamento com 0,6 e 1,3 % do PC de concentrado.

A conversão alimentar para o consumo de suplemento (CAs) aumentou linearmente (P<0,05) e a eficiência alimentar reduziu (P<0,05) conforme aumentaram os níveis de suplementação, visto que o GMDC foi semelhante (P>0,05) (Tabela 8). É importante ressaltar que a eficiência biológica deve estar associada a uma avaliação de custo/benefício, visto que, como o suplemento é a parte mais dispendiosa da estratégia, a maior eficiência alimentar deve ser a que proporciona melhor eficiência econômica.

Para peso de carcaça quente (PCQ) e seu rendimento (RCQ), não foi observado diferença na fase I (P>0,05; Tabela 8). O peso de carcaça é de grande relevância,

pois é responsável pela remuneração do produtor.

O rendimento de carcaça quente obtido de 52,73% foi superior a 50% considerado por Coutinho Filho et al. (2006) como satisfatório para fêmeas, e a 52,14% encontrado por Souza (2016) para novilhas Nelore x Angus suplementadas com milho ou sorgo no período seco. O recorte de gordura da carcaça não foi alterado pelos níveis de suplementação ($P>0,05$) com média de 8,56 kg. Esta variável é influenciada principalmente pelo GMD, que neste trabalho foi similar entre os tratamentos (Tabela 8).

Animais que receberam níveis mais elevados de suplemento no período seco não apresentaram diferença no peso de carcaça quente, rendimento de carcaça quente e recorte de gordura quando o fornecimento de concentrado diminuiu para 1% do PC no período de transição seca-águas ($P>0,05$; Tabela 8).

Na fase II do presente estudo, o rendimento de carcaça quente foi de 52,89% sendo superior a 51,4% encontrado por Oliveira (2017) que suplementou novilhas da raça Nelore com 0; 0,5; 1,0 e 1,5% do PC na recria, e na terminação utilizou o fornecimento de 1% do PC. O bom rendimento de carcaça para animais jovens ocorre em função de menor participação de componentes não carcaça.

Tão importante quanto a observação do desempenho dos animais é o estudo de custo, determinante para a decisão dos pecuaristas em adotar ou não a suplementação, pois a economicidade de sistemas que utilizam suplementação é dependente do custo desse insumo. Na Tabela 9, consta o estudo de custos do experimento no período seco, denominado de fase I, e para o período de transição seca-águas, fase II.

Na fase I, conforme aumentou-se os níveis de suplementação aumentou o custo diário com alimentação, custo total com alimentação e o custo por kg de ganho. O maior custo com alimentação é justificado pela quantidade expressiva de suplemento fornecida aos animais nessa fase, 3,14; 4,38; 5,14 e 5,76 kg/animal/dia, respectivamente. O ganho médio diário semelhante refletiu em ganho de carcaça e peso de carcaça similar entre os tratamentos (Tabelas 5 e 7), que resultou em receitas semelhantes. O maior custo com a alimentação promoveu redução da receita líquida e da rentabilidade nos níveis de 1,43; 1,74 e 1,91% do PC.

No entanto, por apresentarem menor custo total com alimentação, custo diário com alimentação e maior receita bruta, o tratamento com o fornecimento de

suplementação em 1% do PC resultou em maior receita líquida e rentabilidade por animal (Tabela 9).

Na fase I, o custo com alimentação representou 16,82; 22,00; 24,86 e 27,05% do custo total nos diferentes níveis de suplementação, respectivamente. Devido ao maior custo com alimentação e a semelhança na resposta biológica, a viabilidade econômica reduziu conforme aumentou-se os níveis de suplementação, apresentando rentabilidade positiva para o nível de suplementação de 1,0 do PC. No entanto, quando aumentou o fornecimento de suplementação para 1,43, 1,74 e 1,91 % do PC e à vontade foi observado rentabilidade negativa, ou seja, a receita líquida gerada não foi capaz de reembolsar os custos com a compra dos animais, aluguel do pasto e alimentação (Tabela 9).

Na fase II, a receita bruta para os animais suplementados com 1,74% do PC foi maior que os demais níveis, devido ao peso de carcaça quente (176,56 kg), que foi melhor remunerado (Tabela 8). Todavia, com aumento no tempo de terminação, os custos com alimentação e aluguel do pasto aumentaram, com isso, a receita líquida e a rentabilidade para todos os tratamentos foram negativas (Tabela 9).

A receita bruta por hectare foi maior para os animais suplementados com 1% do PC na fase I R\$ 2.624,96, devido a maior quantidade de animais abatidos nesse tratamento (13 animais), e foi menor para o nível de 1,43% pois apenas sete animais atingiram o peso de abate preconizado. Considerando o período total de 157 dias, para todos os tratamentos os custos foram maiores que as receitas, assim, o lucro por área foi negativo.

O custo da alimentação é variável, pois é influenciada pelas oscilações dos preços dos insumos impostos pelo mercado e pelas diferenças de preços entre as regiões do país. Diante disso, os níveis de suplementação utilizados podem tornar-se viáveis economicamente em decorrências de modificações nos preços dos insumos, se o objetivo for o aumento da taxa de lotação.

Tabela 9 - Estudo de custos com alimentação de novilhas Nelore terminadas a pasto com diferentes níveis de suplementação

Indicadores econômicos variáveis (Período experimental)	Nível de Suplementação (% PC)			
	1,0	1,43	1,74	1,91
	Fase I			
Fornecimento de suplemento, kg/animal/dia	3,14	4,38	5,14	5,76
Custo diário com suplemento, R\$/animal	2,15	3,00	3,52	3,94
Custo total com alimentação, R\$/animal	240,55	335,54	393,77	441,26
Participação do custo do suplemento no CT (%)	16,82	22,00	24,86	27,05
Custo da alimentação por kg de ganho, R\$/kg	3,30	5,04	5,38	6,17
Custo por @ produzida, (R\$)	119,38	128,07	132,72	136,44
Receita bruta, hectare	2.624,96	1.405,10	2.412,94	2.216,07
Receita líquida, hectare	141,80	-23,75	-124,71	-179,87
Rentabilidade, %	1,53	-0,39	-1,32	-2,01
	Fase II			
Fornecimento de suplemento, kg/animal/dia	3,10	3,10	3,10	3,10
Custo diário com suplemento, R\$/animal	2,12	2,73	3,10	3,40
Custo total com alimentação, R\$/animal	333,32	428,31	486,54	534,03
Participação do custo do suplemento no CT (%)	21,75	26,31	28,86	30,81
Custo da alimentação por kg de ganho, R\$/kg	4,89	5,87	5,37	5,81
Custo por @ produzida, (R\$)	140,48	146,00	145,95	151,50
Receita bruta, hectare	1.305,75	2.287,30	2.370,04	2.349,00
Receita líquida, hectare	-147,80	-358,92	-247,23	-352,94
Rentabilidade, %	-1,94	-2,59	-2,59	-3,167

¹Fase I: fornecimento 1,0; 1,50; 2,0 do PC e suplemento á vontade no período seco (24/06-15/10), perfazendo o total de 112 dias; ²Fase II: Fase I + fornecimento de suplemento em 1% do PC no período de transição seca-água (24/06 a 15/10 + 6/10 a 29/11), perfazendo o total 157 dias; O estudo de custo foi realizado com base na matéria natural do suplemento, os valores considerados para compor o custo do suplemento foram para: sorgo grão: 0,60 R\$/kg; ureia pecuária: 2,08 R\$/kg; Granfós 80@: 2,00 R\$/kg; moagem do grão de sorgo: 0,05 R\$/kg; boi gordo: 8,41 R\$/kg; animal de 8@: preço da @ do bezerro mais ágio de 5%; aluguel do pasto: R\$ 18,00/animal/mês.

Considerando o preço do sorgo praticado no mercado durante o período experimental, a suplementação só foi viável economicamente para o fornecimento de 1% do PC. Os níveis 1,41 e 1,74% do peso corporal só apresentaram viabilidade econômica se o preço do sorgo for 50% menor, em que a receita líquida (R\$/hectare) foi de R\$ 40,23 e 120,95, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10 - Custo de produção e estimativa de receita de cada tratamento em relação as variações no preço do sorgo

Indicadores econômicos (Período experimental)	Nível de Suplementação (% PC)			
	1,0	1,43	1,74	1,91
Número de cabeça, hectare	2,72	3,13	3,77	4,33
Participação do custo do suplemento no CT (%)	18,57	24,53	26,43	28,69
Receita bruta, R\$/hectare	4307,68	4564,24	5640,90	6447,24
Receita líquida, R\$/hectare	301,17	-440,81	-516,77	-851,30
Rentabilidade, %	1,44	-1,68	-1,78	-2,23
Preço do sorgo 10 % menor				
Participação do custo do suplemento no CT (%)	17,16	22,79	24,61	26,76
Receita líquida, R\$/hectare	369,31	-328,24	-367,68	-659,50
Rentabilidade, %	1,79	-1,28	-1,17	-1,77
Preço do sorgo 20 % menor				
Participação do custo do suplemento no CT (%)	16,28	21,70	23,46	25,55
Receita líquida, R\$/hectare	410,58	-260,24	-277,39	-543,34
Rentabilidade, %	2,01	-1,03	-0,89	-1,49
Preço do sorgo 30 % menor				
Participação do custo do suplemento no CT (%)	14,96	20,04	21,70	23,68
Receita líquida, R\$/hectare	471,28	-160,08	-144,61	-372,52
Rentabilidade, %	2,35	-0,65	-0,48	-1,04
Preço do sorgo 40 % menor				
Participação do custo do suplemento no CT (%)	13,59	18,31	19,86	21,72
Receita líquida, R\$/hectare	531,97	-59,93	-11,83	-201,70
Rentabilidade, %	2,69	-0,25	0,04	-0,58
Preço do sorgo 50 % menor				
Participação do custo do suplemento no CT (%)	12,18	16,50	17,93	19,66
Receita líquida, R\$/hectare	592,66	40,23	120,95	-30,88
Rentabilidade, %	3,05	0,17	0,42	-0,09

Simulação realizada com base na matéria natural do suplemento, os valores considerados para compor o custo do suplemento foram para: sorgo grão: 0,60 R\$/kg; ureia pecuária: 2,08 R\$/kg; Granfós 80@: 2,00 R\$/kg; moagem do grão de sorgo: 0,05 R\$/kg; boi gordo: 8,41 R\$/kg; boi magro: preço da @ do boi gordo mais ágio de 5%; aluguel do pasto: R\$ 18,00/animal/mês.

O melhor resultado econômico foi para o nível de suplementação de 1% do PC na fase I devido ao GMD similar e ao menor custo com alimentação.

No ano de 2016, o preço do milho valorizou 54,2% frente ao preço médio praticado em 2015, e atingiu a maior valorização dos últimos dez anos. Em meados de 2016 a média nacional da saca de milho chegou a quase R\$ 45,00 sendo que em muitas regiões consumidoras o valor alcançou a marca dos R\$ 70,00 (CEPEA, 2019).

A variação sazonal de preço do sorgo deve seguir de perto ao do milho, em função da utilização semelhante, sendo assim, o preço do sorgo é fortemente influenciado pelo preço do milho. Na região em que foi realizado o estudo o valor da saca de sorgo chegou a ser comercializado a R\$ 42,00. Normalmente a variação do preço do sorgo é de 70 a 80% comparado ao preço do milho, essa relação tem se mantido ao longo dos anos no mercado interno e externo.

Além do preço do sorgo, o baixo desempenho dos animais e a desvalorização do preço pago pela arroba foram responsáveis pela rentabilidade negativa. Desse modo, a escolha do nível de suplementação deve pautada na relação custo/benefício, no objetivo do produtor, combinações favoráveis de preços de compra dos animais e dos insumos, além do preço pago pela indústria frigorífica.

2.4 Conclusão

A utilização de suplementação acima de 1% do peso corporal mostrou-se economicamente inviável para as condições do presente estudo, pois, não melhoraram o desempenho e características da carcaça e aumentaram o custo com alimentação.

2.5 Referências

- ANKOM TECHNOLOGY. **AnkomXT10** extraction system operator's manual: Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Ankom Technol., Macedon, NY. p. 19-20, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. Ed. 16. Arlington: AOAC International, 1995, 1025p.
- BARROS, L. V.; PAULINO, M. F.; MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E.; ALMEIDA, D. M.; MARTINS, L. S.; CARDENAS, J. E. G. Desempenho produtivo e nutricional de novilhas de corte em pastejo suplementadas no período da seca e/ou no período de transição seca-águas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2655-2672, 2014.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, 240p, 1976.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA - ESALQ/USP. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho.aspx>. Acesso em: 10 abril de 2019.
- COUTINHO FILHO, J. L. V.; PERES, R. M.; JUSTO, C. L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2043-2049, 2006.
- DAZA, A.; REY, A. I.; CARRASCO, C. L.; LOPEZ-BOTE, C. J. Effect of gender on growth performance, carcass characteristics and meat and fat quality of calves of Avileña-Negra Ibérica breed fattened under free-range conditions. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 3, p. 683-693, 2014.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 7., 2010, Viçosa. **Proceedings...** Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2010. p. 191-240.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; HUHTANEN, P. Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: a review based on Brazilian results. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 2829-2854, 2014.
- DOMINGUES, M. S.; LUPATINI, G. C.; ANDRIGHETTO, C.; ARAÚJO, L. C. A. D.; CARDASSI, M. R.; POLLI, D.; SANTOS, J. A. A. D. Performance and carcass traits of steers submitted to supplementation in the dry season. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 1052-1060, 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; MONTAGNER, D. B.; FIGUEIREDO, G. R.; LOPES, F. C. Alternatives for intensification of beef production under grazing. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v. 2, p. 48-50, 2014.

GUERRA, G. L.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PRADO-CALIXTO, O. P.; SILVA, L. D. F.; PEREIRA, E. S.; MASSARO JÚNIOR, F. L.; GUERRA, A. L.; FERNANDES, J. F.; HENZ, E. L. Supplementation of beef cattle grazing *Brachiaria brizantha* during the dry and rainy seasons: performance and carcass ultrasound prediction. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 5, p. 3277-3292, 2016.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**. Nutricional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, 2000, 76 p.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Essex: Longman, 1990, 203p.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fundo de Cultura Econômica, México. 1948.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C. 2001, 381p.

OLIVEIRA, A. R. **Suplementação de novilhas na recria e terminação** - Universidade Federal do Tocantins Araguaína: Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - UFT. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), 94p, 2017.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, p.187-231, 2001.

PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; FONSECA, M.A.; VÉRAS, R.M.L.; OLIVEIRA, D.M. Productive performance of Nellore cattle of different gender fed diets containing two levels of concentrate allowance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1079-1087, 2008.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; AZENHA, A. A.; CASAGRANDE, D. R. Suplementação como estratégia de produção de carne em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 642-655, 2012.

ROTH, M. T. P.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R.; FERNANDES, R. M.; CUSTÓDIO, L.; ROTH, A. P. T. P.; MORETTI, M. H.; CAMPOS, W. C. Supplementation of Nellore young bulls on Marandu grass pasture in the dry period of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 6, p. 447-455, 2013.

SAMPAIO, C. B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I.; SOUZA, M. A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 560-569, 2009.

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ITAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Grazing supplementation: availability and quality x supplementation levels x performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009.

SILVA-MARQUES, R. P.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ZERVOUDAKIS, L. K. H.; CABRAL, L. SILVA.; ALEXANDRINO, E.; MELO, A. C. B.; SOARES, J. Q.; DONIDA, E. R.; SILVA, L. C. P. Suplementos múltiplos para novilhas de corte em pastejo no período seco, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 525-540, 2015.

SOUZA, A. T. **Terminação de novilhas em semiconfinamento com grão de milho ou sorgo, inteiro ou moído**. Araguaína: Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - UFT. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), 94p, 2016.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT user's Guide, Version 9**. SAS Institute, 2002.

VALADARES FILHO, S. C., COSTA E SILVA, L. F., LOPES, S. A., PRADOS, L. F., CHIZZOTTI, M. L., MACHADO, P. A. S.; FURTADO, T. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. In: VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, L. F. C.; GIONBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados – **BR-CORTE**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 327p, 2016.

VAN SOEST, P.J. Collaborative study of acid detergent fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.56, [s.n], p.81-784, 1973.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell University Press, 1994. 476p.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E DA CARNE DE NOVILHAS NELORE SUPLEMENTADAS NO PERÍODO SECO E TRANSIÇÃO SECA-ÁGUAS

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do fornecimento de concentrado, em 1,0; 1,5; 2,0% do peso corporal e *ad libitum*, sobre as características da carcaça e da carne de novilhas Nelore terminadas no período seco e transição seca-águas. Foram utilizadas 84 animais novilhas Nelore, com peso corporal médio inicial de $250,61 \pm 26,52$ kg. Ao início do experimento, após a pesagem, foram selecionados quatro animais com peso médio do grupo para serem abatidos como referência, e os demais animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 20 animais por tratamento em quatro piquetes de 7,5 ha cada. O experimento do período seco teve duração total de 112 dias, dividido em quatro períodos de 28 dias. Todos animais que não atingiram o peso de 330 kg aos 112 dias (Fase I), continuaram por mais 45 dias recebendo suplementação em 1% do PC, perfazendo o total de 157 dias de terminação (Fase II). Foram realizadas as avaliações das características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne utilizando-se amostras do músculo *Longissimus lumborum* em sete animais de cada tratamento nas duas fases e maturação aos 7, 14 e 21 dias da carne dos animais abatidos na fase I. Não houve variação ($P>0,05$) entre os níveis de suplementação fornecidos para o peso de abate e ganho de peso total. O peso de carcaça quente integral, peso de carcaça fria e seus rendimentos, recorte de gordura, quebra ao resfriamento e espessura de gordura subcutânea não apresentaram diferença entre os níveis de suplementação ($P>0,05$). O traseiro especial, dianteiro e ponta de agulha, músculo, gordura e osso em relação a 100 kg de carcaça fria apresentaram resultados similares ($P>0,05$). Foi observado o mesmo padrão de comportamento das variáveis quando os animais foram suplementados em 1% do PC no período subsequente ($P>0,05$). Com relação as avaliações de pH, luminosidade (L^*) e os índices de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) cromas (C^*), e ângulo de tonalidade (H^*), força de cisalhamento, perdas por descongelamento e cocção e a composição química da carne também não foram verificadas influência entre os níveis de suplementação, quando ofertado em níveis crescentes, ou quando fornecido em 1% do PC ($P>0,05$). Não houve interação dos níveis de suplementação e tempos de maturação para as coordenadas de cor L^* , a^* e b^* ($P>0,05$), no entanto os dias de maturação diminuíram os valores de L^* e de b^* , aumentou ΔE , e apresentou efeito quadrático para H^* ($P<0,05$). A maturação também reduziu a força de cisalhamento e o pH da carne ($P<0,05$). O fornecimento de suplemento de acima de 1% do PC para novilhas no período seco não proporcionou melhoria nas características da carcaça e da carne, e a suplementação em 1% do peso corporal no período de transição seca-águas permitiu obtenção da carcaça e da carne com características semelhantes ao período seco. A maturação melhorou a maciez das carnes por reduzir a força de cisalhamento a partir do 14º dia. A maturação da carne modificou a cor e o pH da carne em que as alterações mais importantes aconteceram entre 1 e 14 dias.

Palavras-Chave: força de cisalhamento, maturação da carne, qualidade da carne bovina, suplemento

CHAPTER III

CARCASS AND MEAT CHARACTERISTICS OF HEIFERS NELORE SUPPLEMENTED DURING THE DRY-WATER TRANSITION PERIOD

Abstract: The objective of this experiment was to evaluate the effects of the concentrate supply at 1.0; 1.5; 2.0% of body weight and *ad libitum*, on carcass and meat characteristics of Nelore heifers finished in the dry season and dry-water transition season. Nelore heifers were used, with initial mean body weight of 250.61 ± 26.52 kg. At the beginning of the experiment, after weighing, four animals with average weight of the group were selected to be slaughtered as reference, and the other animals were distributed in a completely randomized design, with 20 animals per treatment in four paddocks of 7.5 ha. The dry season trial lasted 112 days, divided into four periods of 28 days. All animals that did not reach the weight of 330 kg at 112 days (Phase I), continued for 45 days receiving supplementation in 1% of the BW, for a total of 157 days of finishing (Phase II). Carcass and meat qualitative characteristics were evaluated using samples of the *Longissimus lumborum* muscle in seven animals of each treatment in the two phases and aging at 7, 14 and 21 days of the meat of the animals slaughtered in phase I. No there was variation ($P>0.05$) between supplementation levels provided for slaughter weight and total weight gain. The weight of whole carcass, hot carcass weight, cold carcass weight and yield, fat cutting, dripping loss, and subcutaneous fat thickness showed no difference between the levels of supplementation studied ($P>0.05$). The special hindquarter, forequarter, spare ribs, muscle, fat and bone in relation to 100 kg of cold carcass presented similar results ($P>0.05$). The same pattern of characteristics of the variables was observed when the animals were supplemented in 1% of BW in the subsequent period ($P>0.05$). In relation to pH, luminosity (L^*), the red level (a^*) and the yellow intensity (b^*) chroma (C^*), tone angle (H^*), shear force, thawing and cooking losses, and chemical composition of the meat were also not observed influence between levels of supplementation, when offered at increasing levels, or when supplied in 1% of BW ($P>0.05$). There was no interaction of supplementation levels and aging times for the color coordinates L^* , a^* and b^* ($P>0.05$), however the aging days decreased the values of L^* and b^* , increased ΔE , and presented quadratic effect for tone angle H^* ($P<0.05$). The aging of the meat also reduced the shear force and the pH of the meat ($P<0.05$). Feeding supplementation above 1% of BW for heifers in the dry season did not improve carcass and meat characteristics. The characteristics of carcass and beef supplementation heifers at 1% of BW in the dry-water transition season were similar to the dry period. The aging reduced the shear force, pH and modified the color of the meat but the most important changes occur between 1 and 14 days.

Key words: aging of the meat, beef quality, shear force, supplement

3.1 Introdução

A cadeia produtiva de carne bovina brasileira é especializada na produção de animais a pasto. Contudo, devido principalmente, às variações na quantidade e na qualidade das forragens, resultado das variações climáticas, o desempenho dos animais pode ser comprometido na estação seca. Neste período, a suplementação de bovinos de corte criados em pastagens é uma prática usada para aumentar o desempenho dos animais, reduzir a idade de abate e melhorar a qualidade da carcaça e da carne (MILLEN et al., 2009; SAN VITO et al., 2015).

Sabe-se que a nutrição tem efeito na composição da carcaça e da carne, principalmente em relação à quantidade ingerida de nutrientes digestíveis (GOMIDE et al., 2013). Estudos têm demonstrado que níveis de concentrado mais elevados na terminação proporcionam carcaças de melhor qualidade, visto que animais com melhor plano alimentar podem apresentar maior desenvolvimento muscular e conformação, maior participação de cortes nobres, melhores proporções de músculo e gordura (MENDES FILHO, 2016; OLIVEIRA, 2017), melhor textura e aspecto visual da carne (MISSIO et al., 2010).

Em relação ao mercado externo, o Brasil tem passado por uma mudança na pecuária de corte que é extremamente importante, com destaque para o aumento do abate de novilhas de até 21 meses com objetivo de participar de programas de classificação *premium* e, assim, atender nichos de mercado mais exigentes em termos de qualidade, em um sistema de produção que a idade média dos animais abatidos ainda é de 4 anos sem classificação de qualidade.

Nesse sentido, para a diminuição da idade ao abate foram necessários avanços na nutrição, manejo, genética e gestão, que cada vez mais deve ser levado em consideração para permanecer competitivo dentro da atividade da pecuária de corte. Todos esses avanços, culminaram no aumento das taxas de natalidade tornando o abate de novilhas uma alternativa que permite agregar valor a propriedade e maximizar o retorno econômico do rebanho de cria através do abate de fêmeas jovens, as quais não serão introduzidas no rebanho de reprodução (AZEVEDO JR, 2015; PACHECO et al., 2013).

Outro fator importante que também contribui para aumentar o giro de capital na fazenda é que, por serem mais precoces (BERG; BUTERFIELD, 1976), em relação a machos inteiros e castrados, fêmeas jovens podem ser abatidas em menor tempo.

Além disso, apresentar características sensoriais relevantes, principalmente maciez da carne (REDDY et al., 2014).

No entanto, animais *Bos indicus* possuem carnes com menor maciez comparado a *Bos taurus*, principalmente devido ao maior conteúdo de calpastatina presente no músculo, que inibe as calpaínas, principais proteases envolvidas no amaciamento da carne *post mortem* (RUBENSAN et al., 1998; CURI et al., 2010; GIUSTI et al., 2013). A maturação é uma estratégia tecnológica utilizada pela indústria da carne para melhorar a maciez da carne de animais zebuínos por ser uma das características que mais afeta a satisfação do consumidor (PIAO et al., 2015; KHAN et al., 2016).

Assim, esse trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do fornecimento de concentrado em Nelore jovens submetidos a 1,0; 1,50; 2,0% do PC e à vontade no período seco e transição seca-águas sobre as características da carcaça e da carne, e os efeitos da maturação aos 7, 14 e 21 dias, sobre a maciez do músculo *Longissimus lumborum*.

3.2 Material e métodos

Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento estão em conformidade com as normas éticas estabelecidas pela lei de procedimentos para uso de animais em pesquisa científica e foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT) sob processo de nº 23101.007360.

O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, município de Araguaína, localizada a 7°3'42 59" de Latitude Sul, e 48°12'26" de Longitude Oeste, nos meses de julho a novembro, referente ao período seco e transição seca-água.

Foram utilizadas 84 animais novilhas Nelore, com idade aproximada de 18 meses e peso médio de 250,61 ± 26,52 Kg. Ao início do experimento, após a pesagem, foram selecionados quatro animais com peso médio do grupo para serem abatidos como referência, e os demais animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 20 animais por tratamento e quatro níveis de suplementação proteico energético. Os suplementos fornecidos na matéria natural foram:

- **Tratamento 1** - Fornecimento de suplemento em 1,0% do peso corporal (PC);
- **Tratamento 2** - Fornecimento de suplemento em 1,5% do peso corporal (PC);

- **Tratamento 3** - Fornecimento de suplemento em 2,0% do peso corporal (PC);
- **Tratamento 4** - Fornecimento de suplemento à vontade (*ad libitum*).

Todos os animais tiveram livre acesso à sombra, à água e ao suplemento. Todos os animais iniciaram recebendo suplemento em 1% do PC e para os níveis de 1,5; 2,0 e à vontade, era acrescentado diariamente 0,1% de suplemento até chegar ao consumo preconizado. Cada piquete foi pastejado por 20 novilhas (animais teste), no terceiro período nos tratamentos T2, T3 e T4, a taxa de lotação foi ajustada por meio de animais reguladores, da mesma categoria que permaneceram até o final do experimento.

A área experimental foi constituída de quatro piquetes de 7,5 ha cada, cobertos uniformemente com capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, providos de cochos cobertos, com área de acesso de 20 cm/animal para fornecimento do suplemento, sendo a água obtida direto de fonte natural. O método de pastejo utilizado foi o contínuo, em que os animais permaneceram no mesmo piquete até o final do experimento.

O experimento teve duração total de 112 dias (Fase I), dividido em quatro períodos de 28 dias, sendo período I de 24/06 a 23/07; II = 24/07 a 22/08; III = 23/08 a 17/09; IV = 18/09 a 15/10. A cada 28 dias após a pesagem, o fornecimento de suplemento de consumo restrito era ajustado de acordo com o peso dos animais. O fornecimento do suplemento era realizado uma vez ao dia, no período da manhã. Para os animais do tratamento à vontade era fornecido quantidade de concentrado que garantisse alimento sempre disponível no cocho. O suplemento foi formulado para conter 935 g/kg⁻¹ de sorgo moído, 25 g/kg⁻¹ de ureia e 40 g/kg⁻¹ de núcleo mineral Granfós-80® (Tabela 1). Os carboidratos não fibrosos (CNF) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) do sorgo foram 631,80 e 870,10 g kg⁻¹ da MS, respectivamente.

O consumo diário de matéria seca do suplemento foi de 0,89; 1,25; 1,52 e 1,67% para os níveis de fornecimento de 1; 1,5; 2,0% do PC e à vontade, respectivamente. Ao final do período experimental de 112 dias os animais que atingiram 330 kg foram abatidos, contabilizando o total de 43 animais, 13; 7; 12 e 11 animais para os tratamentos com níveis de suplementação de 1; 1,5; 2,0% do PC, e à vontade, respectivamente.

Tabela 1 - Composição bromatológica do sorgo, suplemento e da porção folha do capim mombaça (*Megathyrus maximus*) no período seco e no período de transição seca-águas

Variáveis	Sorgo	Suplemento	Forragem	
			Período seco	Período de transição seca-águas
Composição química, g kg ⁻¹ da MS				
Matéria seca	850,19	870,22	553,58	477,50
Proteína bruta	110,84	200,51	88,83	103,50
FDNcp	195,40	187,50	690,04	680,30
Fibra em detergente ácido	60,21	60,72	370,07	378,00
Hemicelulose	170,51	90,28	345,99	320,10
Lignina	20,12	10,99	65,08	64,30
Celulose	60,26	50,19	311,43	298,60
Extrato etéreo	10,89	10,78	16,60	19,00
Nitrogênio não proteico - Eq. Prot.	-	70,10	-	-
Matéria mineral	20,01	60,29	26,79	28,70
Carboidratos não fibrosos	-	614,10	140,30	147,50
Nutrientes digestíveis totais*	-	890,60	530,41	537,70

Níveis de garantia do núcleo mineral Granfós-80®: Fósforo (mín.), 80,00 g; Cálcio (mín.), 16,00 g; Cálcio (máx.), 158,40 g; Cobalto, 200,00 mg; Cobre, 1500,00 mg; Enxofre, 23,10 g; Flúor (máx.), 738,9 mg; Iodo, 150,00 mg; Magnésio, 10,00 g; Manganês, 1140,10 mg; Selênio, 18,10 mg; Sódio, 134,44 g; Zinco, 4266,00 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (mín.) 90; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; *Calculado: (NRC, 2001), PAF Sorgo moído =1,0.

O abate foi realizado em frigorífico comercial com SIF, seguindo-se o fluxo normal do estabelecimento, localizado a 12 km de distância do local do experimento.

Os 37 animais que não atingiram o peso preconizado de 330 kg no período seco, continuaram sendo suplementados com concentrado proteico-energético em 1% do PC por mais 45 dias (16/10 a 29/11), no período de transição seca-água em piquete único de 7,5 ha. Para esses animais o tempo de terminação foi de 157 dias (24/06 a 15/10). O consumo de matéria seca do suplemento no período de transição foi de 0,85% do PC, e as coletas da forragem para determinação da composição química, foram realizadas nos mesmos dias em que ocorreram as pesagens dos animais (Tabela 1).

Ao final do período de terminação todos animais foram abatidos, sendo que os procedimentos para o abate e avaliações da carcaça e da carne, foram comuns aos dois grupos de animais abatidos. No dia anterior ao abate, os animais foram pesados sem jejum de sólidos e líquidos, sendo este considerado como peso ao abate (PA).

As avaliações após o resfriamento da carcaça (0 a 2 °C) foram realizadas somente em 28 carcaças (7 de cada tratamento), as meias carcaças foram pesadas para a obtenção do peso de carcaça fria (PCF) e rendimento de carcaça fria (RCF).

Os rendimentos da carcaça fria foram obtidos pela relação entre o peso de carcaça fria e peso de abate. Já a quebra ao resfriamento (QR) foi calculada utilizando a equação: $QR = [(PCQ - PCF) / PCQ] * 100$. A meia-carcaça fria esquerda foi separada nos cortes comerciais primários traseiro especial (TE), que compreende a região posterior da carcaça, separado do dianteiro (DIA) entre a quinta e sexta costela e ponta-de-agulha (PAG) a uma distância de 20 cm da coluna vertebral; dianteiro, que compreende o pescoço, paleta, braço e cinco costelas; a ponta-de-agulha compreende a região da 6ª costela mais os músculos abdominais. Os cortes foram pesados individualmente e determinados suas proporções em relação à meia-carcaça.

Na meia-carcaça direita foram tomadas as medidas métricas da carcaça: comprimento de carcaça (correspondente à medida do bordo anterior do osso púbis ao bordo anterior medial da primeira costela); espessura de coxão (medida com auxílio de compasso posicionado entre a face lateral e a medial da porção superior do coxão); comprimento de perna (ponto da articulação tíbio-tarsiana até o bordo anterior do púbis) e comprimento de braço (medida da articulação rádio-carpiana até a extremidade do olécrano).

No traseiro especial direito foi realizado um corte entre a 12ª e 13ª costela expondo o músculo *Longissimus lumborum* (MULLER, 1987), traçando o seu contorno em papel vegetal, para posterior determinação de sua área (AOL) com auxílio do programa ImageJ®. No mesmo local, foi medida a espessura de gordura subcutânea, obtida pela média aritmética de três medidas. Também foi realizada a avaliação subjetiva do grau de gordura intramuscular, em que 1 a 3 = traços; 4 a 6 = leve; 7 a 9 = pequeno; 10 a 12 = médio; 13 a 15 = moderado; 16 a 18 = abundante (MÜLLER, 1987).

O pH final foi obtido com uso do pHmetro Testo 205®, após o corte do músculo *Longissimus lumborum*. A colorimetria foi avaliada pela escala CIELAB, pela média aritmética de três aferições por animal (L, a* e b*), utilizando-se o colorímetro Croma Meter CR-410, Kônica Minolta®, calibrado para um padrão branco de MgO. As determinações dos valores para croma (C*) e ângulo de tonalidade (H*) foram calculadas usando as coordenadas a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) obtidas nas determinações colorimétricas (MACDOUGALL 1994), com as seguintes fórmulas:

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5}$$

$$H^* = \arctan (b^*/a^*).$$

Em seguida, as seções “HH” foram embaladas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao Laboratório de Carnes da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia – UFT, onde foram dissecadas em músculo, gordura e osso, tendo seus pesos anotados para estimar suas participações na carcaça, conforme Hankins e Howe (1946), adaptada por Muller (1987). Após separação física, o músculo *Longissimus lumborum* foi devidamente embalado e identificado, sendo congelado a 20 °C.

Posteriormente foram retirados dois bifes (A e B) com 2,54 cm da porção cranial, perpendicularmente ao comprimento do músculo, da amostra ainda congelada. Em seguida, os bifes foram pesados, colocados em bandeja de alumínio e descongelados em refrigerador doméstico a 4 °C por 24 horas. Depois de descongelado o bife “A” foi novamente pesado para obtenção da perda ao descongelamento (PD), e após esse processo, foram colocados em bandeja (bifes A e B) e assado em forno elétrico até atingir 40 °C, momento que eram virados para assar o outro lado, e retirados ao atingirem 70 °C de temperatura interna, monitorada com auxílio de um termômetro equipados com eletrodos (Data Logger - Testo®). Novamente o bife “A” foi pesado para obtenção da perda por cocção (PC). Nesse mesmo bife foram extraídas seis amostras de feixes musculares (circulares) com 1 cm² de área por bife, os quais foram cortados perpendicularmente à fibra e, submetidos a leitura no aparelho texturômetro Warner-Bratzler Shear®, para determinar a força de cisalhamento (FC), força necessária para romper os feixes de fibras musculares das amostras, obtida pela média de 6 leituras.

A composição química da carne foi realizada em amostra do músculo *Longissimus lumborum*. Estas amostras foram moídas e pré-secas em estufa de circulação forçada à 55 °C por 72h, sendo posteriormente moídas em moinho com peneira de 1 mm e armazenadas a temperatura de 10 °C para posteriores análises de matéria seca, proteína bruta e matéria mineral (AOAC, 1995), extrato etéreo foi determinado utilizando o Extrator Ankom XT10 seguindo o manual do instrumento (ANKON®, 2009).

A maturação foi realizada nas amostras dos animais abatidos na fase I. Foram retiradas quatro amostras (bifes de 2,5 cm de espessura) no músculo *Longissimus lumborum* seccionadas no sentido transversal. Os bifes foram identificados

individualmente, embalados a vácuo, em saco plástico de alta barreira ao oxigênio e foram maturados por 7; 14 e 21 dias sob refrigeração (2 a 5 °C) em refrigerador doméstico com temperatura controlada.

Após cada período de maturação, as amostras foram pesadas em balanças de precisão, secas em papel toalha, objetivando obter a perda de água na maturação (exsudação), pela diferença de peso total da amostra e o peso seco de cada bife. Também foram realizadas medidas de pH ao final de cada período de maturação. Após esses procedimentos foram realizadas as determinações de cor de acordo com Houben et al. (2000), as determinações dos valores para croma (C^*), ângulo de tonalidade (H^*) e percepção subjetiva da diferença de cor (ΔE) foram feitas de acordo com MacDougall (1994), com as fórmulas de C^* e H^* já mencionada e a de ΔE :

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0,5}$$

Após determinada a cor, as amostras foram assadas, pesadas novamente para determinar a perda a cocção, e após 24 horas realizado a força de cisalhamento pela metodologia já descrita.

Para as análises estatísticas, foram verificadas as pressuposições de normalidade e homocedasticidade para todas as variáveis. Em seguida as variáveis foram submetidas a análises de regressão utilizando-se modelos polinomiais de primeira ou segunda ordem, considerando o nível de suplementação como variável independente. Para as variáveis não paramétricas foi realizado o teste de Kruskal Wallis, seguido do procedimento Conover, considerando α igual ou inferior a 5%, para comparação das médias. O peso inicial foi utilizado como covariável, sendo que, quando não significativo o efeito foi retirado do modelo. O modelo utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = variável dependente;

μ = média geral;

α_i = efeito fixo dos níveis de suplementação;

β_k = efeito fixo da covariável;

e_{ijk} = erro experimental residual.

Para verificar o ajuste das equações foi considerada a significância do teste “F” para os modelos, a significância do teste “t” para os parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) dos modelos e o coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQ modelo} / \text{SQ tratamento}$), considerando um nível de significância igual ou inferior a 5%. Também foi realizada análise de correlação de *Pearson* pelo procedimento CORR para todas as variáveis dependentes considerando um nível de significância igual ou inferior a 5%. As análises foram realizadas através do pacote estatístico SAS 9.0 (2002).

Para a maturação, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com medidas repetidas no tempo, em arranjo fatorial quatro por quatro, sendo o fator principal os quatro níveis de suplementação e as medidas repetidas nos quatro tempos de maturação e sete repetições para os níveis de suplementação e 28 repetições por tempo de maturação. Todos os níveis foram analisados por regressão considerando as equações linear (L) e quadrática (Q).

Para verificar o ajuste das equações foi considerada a significância do teste “F” para os modelos, a significância do teste “t” para os parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) dos modelos e o coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQ modelo} / \text{SQ tratamento}$), considerando um nível de significância igual ou inferior a 5%.

3.3 Resultados e discussão

O peso de abate foi semelhante entre os tratamentos ($P > 0,05$), uma vez que se preconizou um peso mínimo de abate e não houve efeito da suplementação sobre o ganho de peso total ($P > 0,05$; Tabela 12). Os pesos de carcaça quente integral, carcaça quente e carcaça fria não foram alterados pelos tratamentos ($P > 0,05$), assim como seus rendimentos (Tabela 2).

O peso de carcaça é uma característica importante para o produtor, uma vez que os frigoríficos remuneram pelo peso de carcaça quente e não pelo peso vivo. Para a indústria, tanto o peso quanto o rendimento de carcaça são características de grande interesse, pois determinam o valor do produto adquirido e determinam os custos operacionais, pois carcaças de distintos pesos requerem mesma mão-de-obra e tempo de processamento (RESTLE et al., 1997). Já o peso de carcaça fria agrega as perdas ocorridas durante o processo de resfriamento, sendo que a carcaça fria e/ou seus cortes representam a principal receita para a indústria.

Tabela 2- Características quantitativas da carcaça de novilhas Nelore terminadas a pasto com diferentes níveis de suplementação

Variáveis	Nível de Suplementação (% PC)				Média	CV (%)	Valor de P		R ²
	1,00	1,43	1,74	1,91			L	Q	
Fase I ¹									
Peso inicial, kg	268,00	270,00	252,82	264,21	263,80	-	-	-	-
PA, kg	342,14	342,86	337,57	338,57	340,29	5,83	0,63	0,99	1,0
PCQI, kg	184,55	188,73	186,79	187,09	186,79	6,99	0,70	0,70	8,0
PCQ, kg	178,93	179,50	177,79	178,86	178,77	5,44	0,73	0,50	10,0
PCF, kg	172,90	173,19	171,55	172,74	172,60	3,90	0,85	0,54	2,0
RCQI, %	54,40	55,05	55,32	55,25	55,01	2,41	0,23	0,50	7,0
RCQ, %	52,29	52,37	52,67	52,81	52,53	3,21	0,35	0,62	9,0
RCF, %	50,50	50,53	50,83	51,01	50,72	2,32	0,39	0,85	3,0
RG, kg	7,42	9,23	9,00	8,24	8,47	25,98	0,93	0,81	1,0
RG, %	3,98	4,89	4,78	4,40	4,71	21,34	0,87	0,80	3,0
QR, %	3,36	3,50	3,48	3,40	3,44	26,40	0,96	0,77	3,0
EGS, mm	2,02	2,56	2,50	2,19	2,32	45,33	0,80	0,29	47,0
Fase II ²									
Peso inicial, kg	281,00	294,00	302,43	299,14	284,45	-	-	-	-
PA, kg	313,29	322,29	333,43	326,57	323,89	4,50	0,17	0,39	21,0
PCQI, kg	173,44	177,12	185,76	181,88	179,55	3,51	0,12	0,62	22,0
PCQ, kg	166,43	168,93	177,00	174,43	171,4	4,10	0,87	0,54	3,0
PCF, kg	160,98	163,85	171,59	169,24	166,41	4,22	0,09	0,68	26,0
RCQI, %	55,38	54,96	55,73	55,69	55,44	1,26	0,80	0,25	12,0
RCQ, %	53,15	52,43	53,10	53,41	53,02	2,50	0,41	0,96	3,0
RCF, %	51,41	50,84	51,47	51,82	51,39	1,10	0,19	0,07	36,0
RG, kg	7,01	8,19	8,80	8,76	7,45	4,27	0,08	0,77	25,0
RG, %	4,02	4,62	4,71	4,10	4,36	3,78	0,07	0,68	33,0
QR, %	3,27	3,01	3,07	2,97	3,08	15,12	0,19	0,72	2,0
EGS, mm	1,70	2,98	2,41	2,27	2,34	42,69	0,83	0,04	3,0

¹Fase I: fornecimento 1,0; 1,50; 2,0% do PC e suplemento á vontade no período seco (24/06-15/10), perfazendo o total de 112 dias; ²Fase II: Fase I + fornecimento de suplemento em 1% do PC no período de transição seca-água (24/06 a 15/10 + 6/10 a 29/11), perfazendo o total 157 dias; PA: peso ao abate; PCQI: peso de carcaça quente integral; PCQ: peso de carcaça quente; PCF: peso de carcaça fria; RCQ: rendimento de carcaça quente integral; RCQ: rendimento de carcaça quente; RCF: rendimento de carcaça fria; RG: recorte de gordura; QR: quebra ao resfriamento; RG: recorte de gordura; EGS: espessura de gordura subcutânea.

O recorte de gordura (RG) foi similar entre os tratamentos ($P>0,05$), certamente justificado pelo semelhante ganho de peso. Observa-se que também não houve efeito sobre a deposição de gordura subcutânea (EGS), com média de 2,32 mm ($P>0,05$; Tabela 2).

Maiores ofertas de nutrientes via concentrado podem proporcionar maior deposição de gordura corporal, pela maior oferta de energia disponível aos animais. Porém, este efeito não foi observado e pode ser explicado, em parte, pelo efeito substitutivo que provavelmente ocorreu quando a suplementação energética foi fornecida em maiores níveis, em que o animal reduz o consumo de energia digestível

da forragem, e compensa aumentando o consumo de concentrado (MOORE, 1999). Desse modo, não há incremento no consumo de energia, e, conseqüentemente, resultados abaixo do esperado para desempenho e acabamento.

Considerando-se a idade ao abate (24 meses) e o peso de carcaça quente médio (178,77 kg) verifica-se que as novilhas ainda se encontravam em pleno desenvolvimento corporal. Segundo Di MARCO (2007), a deposição de gordura corporal durante a vida do animal segue uma seqüência cronológica, sendo que a gordura visceral é a primeira a ser constituída, seguida pela gordura de cobertura e por último a gordura intramuscular. A correlação entre recorte de gordura e EGS foi significativa ($r=0,63$; $P=0,0004$), demonstrando que carcaças com maior recorte de gordura, também apresentaram maior EGS. A EGS de 2,32 mm foi abaixo do mínimo exigido pelos principais frigoríficos do país.

Por outro lado, o consumidor, em geral, não está interessado na gordura, mas no “sabor” que é importante e depende da participação de gordura na carcaça e do marmoreio (MÜLLER, 1987). Nesse sentido, se dependesse do produtor, ele provavelmente ofertaria carcaças com o mínimo de gordura, pois este é o tecido de deposição mais oneroso (BRONDANI et al., 2006).

A gordura de toailete, excesso de gordura da carcaça, representou 4,71% em relação a carcaça quente, acima do observado por Sousa (2017) de 2,36% em animais de 16 meses. Estas diferenças podem ser causadas pelas práticas relativas ao manejo dos frigoríficos, supondo maior ou menor retirada de gordura de toailete de acordo as exigências da indústria, também podem ser influenciadas pelo manejo nutricional, peso de carcaça entre outros fatores. No presente trabalho, a suplementação não provocou efeitos sobre esta característica ($P>0,05$).

A quebra ao resfriamento (QR) não apresentou efeito entre os tratamentos ($P>0,05$; Tabela 2). A QR reflete a perda de peso da carcaça durante as 24 horas do processo de resfriamento e ocorre, sobretudo, na forma de perda de água. Nesse estudo, a QR foi de 3,44%, valor acima de 2% que segundo James (1996) é observado no sistema convencional de resfriamento. A quebra ao resfriamento está associada às características da carcaça, principalmente com a espessura de gordura subcutânea, que protege a carcaça da perda de líquidos por desidratação, e do escurecimento pelo frio (MÜLLER, 1987). A correlação entre a QR e a espessura de gordura subcutânea (EGS) foi de - 0,41 ($P=0,03$), indicando que, à medida que a EGS

umenta há diminuição na perda de líquidos constituintes da carcaça durante o processo de resfriamento.

Não foi observado efeito entre os níveis de suplementação para o peso ao abate e ganho de peso quando a fase II foi adotada ($P>0,05$; Tabela 2), como já mencionado em razão do peso preconizado e o ganho de peso similar. Um ponto importante a ser comentado é que a alimentação prévia com níveis mais elevados, os resultados foram semelhantes entre os tratamentos para todas essas características. Oliveira (2017) utilizou quatro níveis de suplementação (sal mineral; 0,5; 1,0 e 1,5% do PC) na recria de novilhas e também não verificou efeito entre os níveis de suplementação para PA, PCQ, EGS e QR, quando passaram a receber a mesma quantidade de suplemento (1,0% do PC) na terminação.

O grau de acabamento da carcaça é um dos fatores que influencia o rendimento de carcaça (ARBOITTE et al., 2004), podendo ser avaliado objetivamente pela medida da espessura de gordura subcutânea (EGS). A espessura de gordura subcutânea foi similar entre os tratamentos ($P>0,05$; Tabela 2). Não houve efeito dos tratamentos para quebra ao resfriamento ($P>0,05$). Nesta condição, não se observou correlação entre a QR e EGS, $r=-0,39$ ($P=0,16$), o que sugere que outros fatores foram responsáveis pelo elevado valor de quebra ao resfriamento de 3,08%. Segundo Restle; Keplin; Vaz (1997), a quebra ao resfriamento pode estar associada a outros fatores que podem ocorrer na câmara fria, como oscilações de temperatura, velocidade do vento e número de carcaças.

Os níveis de suplementação não influenciaram os rendimentos dos cortes primários ($P>0,05$; Tabela 3).

No presente estudo, o TE apresentou média de 51,01% em relação a carcaça fria. De acordo com Pascoal et al. (2011), a proporção do corte serrote nas carcaças é de 48,81%, considerando a média nacional para machos e fêmeas. No entanto, os autores ressaltam que fêmeas possuem maior proporção de serrote por terem carcaças mais compridas, com maior proporção de alcatra e menor desenvolvimento de dianteiro que os machos.

Os percentuais de dianteiro (DIA) e ponta de agulha (PAG) apresentaram média de 37,51 e 11,59%, respectivamente ($P>0,05$; Tabela 3). Esses cortes possuem menor valor comercial comparado ao TE, por conter músculos de menor valor, principalmente em função da maciez da carne e cobertura de gordura. A correlação foi negativa entre TE e DIA ($r=-0,61$; $P=0,02$) e PAG ($r=-0,66$; $P=0,01$), demonstrando

que com a redução no peso do dianteiro e da ponta de agulha, o componente traseiro especial passou a ter maior participação na carcaça.

Tabela 3 - Valores médios para traseiro especial (TE), dianteiro (DIA) e ponta de agulha (PAG), percentual de osso, músculo e gordura na carcaça fria, relações porção comestível:osso (PC:O), músculo:osso (M:O) e músculo:gordura (M:G) da meia carcaça

Variáveis	Nível de Suplementação (% PC)				Média	CV (%)	Valor de P		R ² (%)
	1,0	1,43	1,74	1,91			L	Q	
Fase I ¹									
TE, kg/100kgCF*	50,90	50,99	51,50	50,66	51,02	1,61	0,59	0,49	5,0
DIA, kg/100kgCF	37,90	37,34	36,98	37,85	37,51	2,28	0,76	0,41	17,0
PAG, kg/100kgCF	11,20	11,68	11,98	11,49	11,59	5,30	0,25	0,42	19,0
Musc, kg/100kgCF	62,80	62,91	60,03	62,75	62,13	5,26	0,58	0,30	5,0
Osso, kg/100kgCF	15,30	15,32	14,28	15,27	15,05	8,15	0,56	0,29	6,0
Gord, kg/100kgCF	21,90	21,77	25,69	21,28	22,65	16,82	0,51	0,22	7,0
M:O	4,11	4,11	4,20	4,16	4,15	8,33	0,67	0,85	8,0
M:G	3,01	2,96	2,42	2,92	2,83	23,33	0,48	0,28	6,4
PC:O	5,97	5,93	5,56	5,92	5,85	8,79	0,55	0,31	5,0
Fase II ²									
TE, kg/100kgCF*	51,88	51,46	50,79	51,56	51,42	2,15	0,56	0,44	8,0
DIA, kg/100kgCF	37,83	37,55	37,47	37,11	37,49	2,26	0,33	0,91	8,0
PAG, kg/100kgCF	10,36	10,99	11,74	11,33	11,11	6,84	0,07	0,23	34,0
Musc, kg/100kgCF	67,50	62,63	61,57	64,18	63,97	4,46	0,18	0,03	4,0
Osso, kg/100kgCF	14,40	14,49	14,94	14,57	14,60	7,98	0,98	0,62	2,0
Gord, kg/100kgCF	18,10	22,89	23,49	21,24	21,43	11,92	0,16	0,03	4,0
M:O	4,71	4,35	4,13	4,43	4,41	10,86	0,56	0,18	2,0
M:G	3,85	2,80	2,67	3,06	3,09	18,78	0,15	0,06	4,0
PC:O	5,97	5,93	5,71	5,90	5,88	9,47	0,97	0,59	2,0

¹Fase I: fornecimento 1,0; 1,50; 2,0% do PC e suplemento á vontade no período seco (24/06-15/10), perfazendo o total de 112 dias; ²Fase II: Fase I + fornecimento de suplemento em 1% do PC no período de transição seca-água (24/06 a 15/10 + 6/10 a 29/11), perfazendo o total 157 dias; *CF: carcaça fria.

No que se refere às proporções de músculo, osso e gordura da carcaça, não foi verificado efeito dos diferentes níveis de suplementação ofertados durante a fase de terminação, como também para as relações de músculo: osso, músculo: gordura e porção comestível:osso ($P > 0,05$; Tabela 3). Os resultados apresentados são reflexo da similaridade das taxas de ganho de peso total (31 kg) e da semelhança da participação desses tecidos quando avaliados separadamente.

Na fase II, os percentuais TE, DIA e PAG, apresentaram o mesmo padrão de resposta da fase I ($P > 0,05$; Tabela 3). Os resultados similares para os cortes primários podem ser explicados pela semelhança no desempenho e idade dos animais, pois se encontravam em pleno crescimento, e ainda não haviam atingido a curva de

diferenciações musculares que ocorrem nos quartos posteriores em idade mais elevada (BERG; BUTTERFIELD, 1976), que poderia causar variações nos cortes.

Carcaças com maior percentual de TE apresentaram correlação significativa e positiva para QR ($r = 0,68$; $P < 0,007$), que pode ser explicado pelo fato do TE possuir maior superfície e por isso maior perda de exsudados. Para a composição física da carcaça e suas relações também não foram verificadas diferenças na fase II ($P > 0,05$; Tabela 3).

As variáveis métricas relacionadas à carcaça não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$; Tabela 4). Resultados semelhantes entre os tratamentos provavelmente estão relacionados à taxa de crescimento similar entre os animais. A suplementação de 1% do PC na fase subsequente não influenciou ($P > 0,05$) as variáveis métricas, comprimento de carcaça, comprimento de braço, espessura de coxão e comprimento de perna, independentemente dos níveis de suplementação fornecidos na fase anterior (Tabela 4). Esse resultado já era esperado, pela semelhança no desenvolvimento das novilhas.

Tabela 4 - Variáveis métricas da carcaça de novilhas Nelore terminadas a pasto com diferentes níveis de suplementação

Variáveis	Nível de Suplementação (% PC)				Média	CV (%)	Valor de P		R ² (%)
	1,00	1,43	1,74	1,91			L	Q	
Fase I ¹									
CC, cm	128,57	129,21	126,29	129,07	128,29	2,46	0,79	0,38	3,0
CP, cm	77,50	75,87	76,64	78,5	77,18	2,72	0,07	0,54	49,0
CB, cm	40,86	40,43	40,57	41,57	40,86	1,10	0,08	0,91	98,0
EC, cm	22,29	22,50	22,57	22,29	22,41	1,67	0,91	0,55	2,0
AOL, cm ² /100kgCF*	28,94	30,65	29,64	28,22	29,86	5,70	0,23	0,56	70,0
Fase II ²									
CC, cm	124,36	117,01	111,36	123,79	119,13	21,68	0,65	0,33	1,0
CP, cm	76,21	75,57	77,43	76,79	76,50	2,16	0,89	0,89	1,0
CB	40,00	40,00	40,36	40,00	40,09	3,55	0,62	0,19	2,0
EC, cm	21,13	22,14	22,86	21,93	22,21	2,49	0,16	0,85	2,0
AOL, cm ² /100kgCF*	32,84	29,81	30,45	30,77	30,78	10,91	0,08	0,95	90,0

¹Fase I: fornecimento 1,0; 1,50; 2,0% do PC e suplemento à vontade no período seco (24/06-15/10), perfazendo o total de 112 dias; ²Fase II: Fase I + fornecimento de suplemento em 1% do PC no período de transição seca-água (24/06 a 15/10 + 6/10 a 29/11), perfazendo o total 157 dias; CC: comprimento carcaça; CP: comprimento de perna; CB: comprimento de braço; EC: espessura do coxão; AOL= área de olho de lombo; *CF: carcaça fria.

A área de olho de lombo (AOL) não apresentou efeito entre os níveis de suplementação ($P > 0,05$; Tabela 4). A AOL é uma característica que está relacionada com o desenvolvimento muscular, sendo que quanto maior for a AOL maior tende a ser a porção comestível da carcaça (KAZAMA et al., 2008). O fato de ter apresentado

similaridade para a AOL entre as duas fases (I e II) com médias de 29,86 e 30,78 cm²/100kgCF, respectivamente, sugere que as carcaças tiveram desenvolvimento muscular semelhante (Tabela 4).

O pH das carcaças após 24 horas de resfriamento não sofreu variação com os tratamentos apresentando média geral de 5,89 ($P>0,05$; Tabela 5). Esse valor encontra-se ligeiramente acima da faixa de pH recomendada (5,40 a 5,80), que é de grande importância para a qualidade final da carne, pois pode influenciar na cor, retenção de água, maciez e no tempo de prateleira (MACH et al., 2008).

Os valores para cor da carne expressos pela luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*) não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$; Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios para características qualitativas da carne de novilhas Nelore terminadas a pasto com diferentes níveis de suplementação

Variáveis	Nível de Suplementação (% PC)				Média	CV (%)	Valor de P		R ² (%)
	1,00	1,43	1,74	1,91			L	Q	
Fase I ¹									
pH final	5,85	5,91	5,87	5,94	5,89	1,76	0,21	1,00	98,0
L^*	38,08	37,98	36,53	37,71	37,58	5,01	0,38	0,38	49,0
a^*	19,55	18,43	19,17	18,97	19,03	5,85	0,60	0,28	6,0
b^*	8,70	7,82	7,89	7,98	8,10	9,37	0,11	0,10	18,0
C^*	21,40	20,03	20,74	20,59	20,69	5,94	0,41	0,20	88,0
H^*	23,94	23,04	22,33	22,81	23,03	7,09	0,13	0,24	13,0
FC, kgf cm ²	10,62	10,04	8,87	9,98	9,88	17,62	0,42	0,52	4,0
PD, g kg ⁻¹ LL	100,69	100,04	100,86	100,86	100,61	12,67	0,54	0,48	4,0
PC, g kg ⁻¹ LL	250,90	250,63	260,24	260,15	255,48	9,25	0,74	0,92	5,0
PT, g kg ⁻¹ LL	351,59	350,67	361,10	361,01	356,09	6,49	0,49	0,62	3,0
Marmoreio	3,57	3,00	4,43	5,57	4,14	50,50	0,06	0,09	20,0
Fase II ²									
pH, final	5,31	5,12	5,06	5,20	5,17	1,64	0,29	0,46	15,0
L^*	38,54	38,52	39,80	39,33	39,05	3,09	0,55	0,37	1,0
a^*	19,33	18,99	19,11	19,07	19,13	4,42	0,17	0,97	2,0
b^*	7,79	7,63	8,15	7,46	7,76	8,86	0,32	0,15	2,0
C^*	20,85	20,47	20,77	20,48	20,64	4,69	0,18	0,67	1,0
H^*	21,95	21,86	23,11	21,33	22,06	6,38	0,67	0,08	1,0
FC, kgf cm ²	9,26	9,61	8,87	9,68	9,36	15,52	0,48	0,31	2,0
PD, g kg ⁻¹ LL	100,69	90,95	100,86	100,86	98,34	11,88	0,79	0,67	2,0
PC, g kg ⁻¹ LL	250,90	250,63	260,24	260,15	255,48	9,79	0,95	0,58	2,0
PT, g kg ⁻¹ LL	351,59	341,58	361,1	361,01	353,82	7,15	0,90	0,72	1,0
Marmoreio	3,00	2,86	3,00	3,86	3,18	6,56	0,80	0,66	4,0

¹Fase I: fornecimento 1,0; 1,50; 2,0% do PC e suplemento á vontade no período seco (24/06-15/10), perfazendo o total de 112 dias; ²Fase II: Fase I + fornecimento de suplemento em 1% do PC no período de transição seca-água (24/06 a 15/10 + 6/10 a 29/11), perfazendo o total 157 dias; L^* : luminosidade; b^* : índice de vermelho; a^* : índice de amarelo; C^* : croma; H^* : ângulo de tonalidade; FC: força de cisalhamento; LL: *Longissimus lumborum*; PD: perda de peso por descongelamento; PC: perda de peso por cozimento; Pt: perda de peso total; marmoreio (1 a 3= Traços, 4 a 6 = Leve, 7 a 9 = Pequeno, 10 a 12 = Médio).

A semelhança dos resultados para a cor da carne pode ser explicada pelo valor do pH que foi similar entre os tratamentos. Os valores encontrados para as coordenadas de cor nesse estudo, de acordo com Muchenje et al. (2009), estão dentro da faixa de amplitude indicada para bovinos, em que $L = 33,20$ a $41,00$; $a^* = 11,10$ a $23,60$ e $b^* = 6,10$ a $11,30$.

Não houve diferença para os valores de croma (C^*) e ângulo de tonalidade (H^*) ($P > 0,05$; Tabela 5). Como pode ser observado nas correlações entre a^* e b^* ($r = 0,65$; $P = 0,03$) e a^* e croma ($r = 0,98$; $P = 0,04$), b^* com croma ($r = 0,79$; $P = 0,01$) e b^* com tonalidade ($r = 0,80$; $P = 0,02$), os resultados demonstram que carnes com maiores valores a^* e b^* apresentam maiores valores de croma e tonalidade, uma vez que C^* e H^* são funções de a^* e b^* . As coordenadas C^* e H^* , permitem determinar a intensidade da cor, saturação ou estimar o real escurecimento da carne, e normalmente o processo de descoloração das carnes é acompanhado por aumento nos valores C^* e H^* ao longo do tempo (LEE et al., 2005).

A força de cisalhamento não foi influenciada pelos níveis de suplementação com valor médio observado de $9,88 \text{ kgf/cm}^2$ ($P > 0,05$; Tabela 5). A força de cisalhamento é uma das técnicas usadas para avaliar a maciez de carnes. Maior valor de força de cisalhamento corresponde a maior força necessária para romper as fibras musculares.

Os valores elevados de FC não eram esperados por se tratar da carne de novilhas. No entanto, carnes com pH acima de 5,8, frequentemente apresentam-se duras ao corte. Outro aspecto, é o fato dos animais terem apresentado espessura de gordura escassa ($2,34 \text{ mm}$) (Tabela 2), que favorece a ocorrência do encurtamento das fibras musculares pelo frio, processo que também pode ser responsável por carnes menos macias. Outro fator que contribui significativamente para a variação da maciez na carne é a genética do animal. Nesse sentido, menor maciez tem sido atribuída a animais zebuínos, que devido a maior concentração da enzima calpastatina, promovem a inibição das calpaínas, resultando assim em carne mais duras (RUBENSAN et al., 1998; CURI et al., 2010; GIUSTI et al., 2013).

As perdas ao descongelamento (PD) e perdas a cocção (PC) da carne, apresentaram médias de $100,61$ e $255,48 \text{ g/kg}$ de músculo, respectivamente ($P > 0,05$; Tabela 5). Valores semelhantes para as perdas, podem ser justificados pelos valores de marmoreio, que não apresentaram diferenças entre os tratamentos, com média geral de $4,14$ classificado como "leve". Isso porque, em carnes com maior teor de gordura e marmoreio ocorrem menores perdas durante o processo de

descongelamento e cocção (MULLER, 1987; BIANCHINI et al., 2007). Assim, PD e PC neste estudo podem ser explicadas pela baixa deposição intramuscular (Tabela 5) e pelo teor de extrato etéreo (EE) presente na carne ($P>0,05$; Tabela 6). Como as perdas totais refletem as variações na PD e PC, não foi verificada diferença para esta variável ($P>0,05$; Tabela 5).

No plano nutricional subsequente, o pH registrado após 24 horas foi semelhante para os diferentes níveis de suplementação com média de 5,17 ($P>0,05$; Tabela 5). As coordenadas de cor L^* , a^* e b^* não foram influenciadas pelos níveis de suplementação ($P>0,05$; Tabela 5). Assim como também não foi observado diferença para croma e ângulo de tonalidade. Todos os valores para as coordenadas de cor encontram-se dentro da amplitude esperada para carne bovina (MUCHENJEA et al., 2009).

Nesse estudo foram observadas correlações positivas e significativas entre a coordenada L^* e croma ($r=0,59$; $P=0,05$) e L^* e FC ($r=0,55$; $P=0,04$) e negativa entre L^* e QR ($r=-0,71$; $P=0,02$). Quanto maior a maior perda de exsudados na carcaça (QR), menor quantidade de água no músculo apresentando menor intensidade luminosa (L^*). Para a coordenada de cor a^* foram encontradas correlações positivas e significativas entre EC ($r=0,60$; $P=0,04$), bem como para H^* e b^* , H^* e EGS, H^* e EC ($r=0,88$; $P=0,03$, $r=0,53$; $P=0,04$ e $r=0,54$; $P=0,05$).

Os valores de L^* , a^* e b^* tendem a modificar com o aumento do peso de abate, devido à maior musculabilidade do animal. Com o desenvolvimento muscular, aumenta a quantidade de mioglobina presente, o depósito de gordura começa a ficar mais evidente e, conseqüentemente, há redução na quantidade de água no músculo, resultando em menor intensidade luminosa (BONAGURIO et al., 2003).

Os níveis de suplementação na fase I não influenciaram as perdas ao descongelamento, perdas a cocção e perdas totais da carne na fase II ($P>0,05$; Tabela 5). Além do teor de gordura como mencionado anteriormente, o processo de congelamento também contribui para essas perdas, pois leva ao aumento da pressão interna e à formação de cristais de gelo dentro do citoplasma, ocasionando rompimento das células e conseqüente extravasamento de líquidos (BONAGURIO et al., 2003).

O marmoreio na fase II também não foi influenciado pelo plano nutricional anterior, classificado como “traços” (3,18 pontos) ($P>0,05$; Tabela 5). A gordura de marmoreio é depositada mais tardiamente que a gordura de cobertura sendo

consideravelmente influenciada pelo grupo racial (LUCHIARI FILHO, 2000). Nesse sentido, animais da raça Nelore demonstram pouca expressão genética para essa característica (BONIN et al., 2014).

Em relação aos percentuais da composição química do músculo *Longissimus lumborum*, não foi verificada diferença ($P>0,05$) para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) entre os níveis de suplementação ($P>0,05$; Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios para a composição centesimal do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas submetidas a diferentes níveis de suplementação

Variáveis, g/kgLL	Nível de Suplementação (% PC)				Média	CV (%)	Valor de P		R ² (%)
	1,0	1,43	1,74	1,91			L	Q	
Fase I ¹									
Umidade	749,20	749,60	749,40	749,30	749,30	3,38	0,11	0,14	17,0
Proteína bruta	200,57	200,97	200,47	200,56	200,64	6,29	0,81	0,75	6,0
Extrato etéreo	20,33	20,82	20,72	20,64	20,63	26,63	0,49	0,29	62,0
Matéria mineral	29,87	28,51	29,38	29,47	28,93	9,70	0,09	0,54	98,0
Fase II ²									
Umidade	749,30	749,80	749,93	749,60	749,66	4,58	0,42	0,70	1,0
Proteína bruta	210,44	210,29	210,22	210,60	210,39	29,08	0,07	0,91	3,0
Extrato etéreo	18,30	19,60	19,00	19,90	19,20	10,09	0,75	0,69	2,0
Matéria mineral	21,91	20,26	21,54	19,90	20,90	10,20	0,76	0,32	9,0

¹Fase I: fornecimento 1,0; 1,50; 2,0% do PC e suplemento à vontade no período seco (24/06-15/10), perfazendo o total de 112 dias; ²Fase II: Fase I + fornecimento de suplemento em 1% do PC no período de transição seca-água (24/06 a 15/10 + 6/10 a 29/11), perfazendo o total 157 dias.

A composição centesimal analisada após o fornecimento de suplementação em 1% do PC, também não apresentou diferença entre os níveis de suplementação sobre a MS, PB, EE e MM do músculo *Longissimus lumborum*, ($P>0,05$; Tabela 6).

Os níveis de suplementação não influenciaram a perda de exsudados nos tempos de maturação ($P>0,05$; Tabela 7), mas apresentaram efeito quadrático para os dias de maturação ($P<0,05$), em que houve maior perda para o dia 1 com média de 105,90 g/kg de músculo (Tabela 7).

Nas amostras maturadas, houve menor perda de líquidos aos 7 dias de maturação com média de 26,85 g/kg de músculo, com maiores perdas aos 14 e 21 dias. Essa perda é devido ao rompimento das membranas celulares durante o período de maturação, com isso, o líquido do espaço intracelular se move para o líquido extracelular, que é progressivamente drenado através dos canais de gotejamento formados, resultando em aumento do exsudado. A redução do teor de água nos

espaços extracelulares com aumento do tempo de maturação é associada a degradação proteica do citoesqueleto (AROEIRA et al., 2016).

A perda de exsudados é inevitável em qualquer sistema de embalagem utilizado para prolongar a vida útil da carne (TROY; KERRY, 2010), e é relevante pois afeta características econômicas importantes da indústria da carne, tais como rendimento e palatabilidade. Além disso, o líquido visível na embalagem não é atraente para o consumidor e pode fornecer substrato para o crescimento microbiano (LAGERSTEDT; LUNDSTRÖM; LINDAHL, 2011; TROY; KERRY, 2010).

Tabela 7 - Valores médios das perdas do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas Nelore submetidas a diferentes níveis de suplementação e tempos de maturação

Dias de Maturação	Níveis de Suplementação (% do PC)				Média	Valor de P			CV (%)
	1,0	1,43	1,74	1,91		L	Q	NxT	
Perdas de exsudados g kg/LL									
1	106,90	99,50	108,60	108,60	105,90				
7	25,20	23,00	30,20	29,00	26,85				
14	32,30	35,20	38,10	37,20	35,70			0,70	25,51
21	44,00	34,20	53,70	39,00	42,73				
Média	52,10	47,98	57,65	53,45	52,57	0,19	0,21		
Valor de P	L				<0,001				
	Q				<0,001 ¹				
Perdas a cocção g kg/LL									
1	259,00	256,30	262,40	261,50	259,80	0,91	0,92		
7	347,60	292,00	347,70	342,60	332,48	0,87	0,19		
14	286,30	326,10	307,10	311,30	307,70	0,57	0,63	<0,001	9,15
21	288,20	360,70	372,00	289,50	327,60	0,51	0,02		
Média	295,28	308,78	322,30	301,23	305,00				
Valor de P	L	0,580	<0,001 ²	0,087	0,273	0,022			
	Q	0,020	0,958	0,339	<0,001	0,100			
Perdas totais g kg/LL									
1	365,80	355,80	371,00	370,10	365,68	0,90	0,84		
7	570,70	492,20	552,40	536,00	537,83	0,72	0,32		
14	486,40	513,00	482,20	483,70	491,33	0,88	0,64	0,02	15,03
21	447,20	562,60	580,80	448,80	509,85	0,50	0,02		
Média	467,53	480,90	496,60	459,65	474,22				
Valor de P	L	0,192	<0,001 ³	0,908	0,134	0,003			
	Q	<0,001	0,114	0,131	<0,001	0,006			

Maturação realizada com os animais abatidos na Fase I (24/06-15/10); ¹Equação quadrática: $101,40 - 117,34x + 0,043x^2$; $R^2: 89,47$; ²Equação linear: $256,00 + 0,580x$; $R^2: 100$; ³Equação linear: $362,98 + 184,66x$; $R^2: 95,57$.

Os níveis de suplementação influenciaram as perdas por cocção nos tempos de maturação, em que os níveis de suplementação de 1,43 e 1,74% do peso corporal apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$; Tabela 7). Assim como a perda de exsudatos, a perda de água por cocção é uma importante característica de qualidade

a ser avaliada que beneficia principalmente o consumidor, pois durante o processo de cozimento a carne perde até 1/3 do peso (BONAGURIO et al., 2003). Além disso, também tem influência nas características cor, força de cisalhamento e suculência.

A perda na cocção aumenta com o tempo de maturação em razão da quebra da membrana celular ocasionando em menor retenção de água. No entanto, o que explicaria melhor o resultado dessa interação nos níveis de suplementação seria o marmoreio, isso porque ocorrem menores perdas em carnes com maior teor de gordura de marmoreio durante o processo de descongelamento e cocção (MULLER, 1997; BIANCHINI et al., 2007). Entretanto, não ocorreu diferença para o marmoreio entre os níveis de suplementação ($P > 0,05$; Tabela 7).

Os níveis de suplementação influenciaram as perdas totais nos tempos de maturação, em que nos níveis de suplementação de 1,43 e 1,74% do peso corporal apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$; Tabela 7). Como as perdas totais reflete as variações na perda de exsudados e a cocção, a diferença encontrada foi devido a essas perdas ($P < 0,05$; Tabela 7).

Não houve efeito de interação entre níveis de suplementação e tempos de maturação para as coordenadas de cor L^* , a^* e b^* ($P > 0,05$; Tabela 8). Os níveis de suplementação também não influenciaram essas variáveis ($P > 0,05$), no entanto o valor médio de L^* diminuiu linearmente com os dias de maturação ($P < 0,05$; Tabela 8).

Em geral, é comum alterações nas coordenadas de cor durante a maturação, como demonstraram alguns trabalhos que observaram aumento em L^* , a^* e b^* (ANDRADE et al., 2010; STANIŠIĆ et al., 2012; WYRWISZ et al., 2016). Alguns estudos atribuíram as diferenças observadas para L^* , a degradação de proteínas, que devido as modificações em suas estruturas resulta em maior dispersão de luz, aumentando assim os valores de L^* da carne (STANIŠIĆ et al., 2012; WYRWISZ et al., 2016).

Para os valores de a^* , carnes submetidas ao processo de maturação mais vermelhas indicam maior quantidade do pigmento mioglobina presente no músculo (MUCHENJEA et al., 2009).

Tabela 8 - Valores médios das características de cor, luminosidade (L*), índice de vermelho (a*) e índice de amarelo (b*) do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas Nelore submetidas a diferentes níveis de suplementação e tempos de maturação

Dias de Maturação	Níveis de Suplementação (% do PC)				Média	Valor de P			CV (%)
	1,0	1,43	1,74	1,91		L	Q	NxT	
Luminosidade (L*)									
1	38,08	37,98	36,53	37,71	37,58				
7	38,00	37,70	36,48	37,69	37,47				
14	38,00	37,70	36,78	37,69	37,54			0,99	1,45
21	38,00	37,68	36,78	37,69	37,54				
Média	38,02	37,77	36,64	37,70	37,53	0,36	0,62		
Valor de P	L				0,04 ¹				
	Q				0,10				
Intensidade do vermelho (a*)									
1	19,55	18,43	19,17	18,97	19,03				
7	19,24	18,76	18,95	18,96	18,98				
14	19,24	18,76	18,95	18,96	18,98			0,69	2,34
21	19,24	18,67	18,95	18,96	18,96				
Média	19,32	18,66	19,01	18,96	18,99	0,56	0,56		
Valor de P	L				0,63				
	Q				0,72				
Intensidade do amarelo (b*)									
1	8,70	7,82	7,87	7,98	8,10				
7	8,60	7,91	7,89	7,96	8,09				
14	8,59	7,92	7,70	7,96	8,04			0,98	3,82
21	8,60	7,92	7,89	7,96	8,09				
Média	8,62	7,89	7,84	7,96	8,08	0,05 ²	0,17		
Valor de P	L				0,24				
	Q				0,38				

Maturação realizada com os animais abatidos na Fase I (24/06-15/10); ¹Equação linear: 37,570 - 0,016x; R²: 93,33; ²Equação linear: 13,483 - 7,013; R²: 98,94.

Não houve interação entre os níveis de suplementação e os tempos de maturação para croma (C*), ângulo de tonalidade (H*) e alterações globais de cor (ΔE) ($P > 0,05$; Tabela 9), assim como os níveis de suplementação também não foram significativos ($P > 0,05$; Tabela 9). Porém, o tempo de maturação apresentou efeito quadrático para H* e efeito linear crescente para ΔE ($P < 0,05$; Tabela 9).

O croma (C*) é usado para indicar a saturação da cor, também conhecido por vividez, já o ângulo de tonalidade (H*) é o desenvolvimento da cor de vermelho para amarelo, e ângulos maiores indicam um produto menos vermelho (TAPP; YANCEY; APPLE, 2011). Os valores C* e H*, que são funções de a* e b*, permitem determinar a intensidade da cor, saturação ou estimar o real escurecimento da carne, e normalmente o processo de descoloração das carnes é acompanhado por aumento nos valores C* e H* ao longo do tempo (LEE et al., 2005).

Tabela 9 - Valores médios do Croma (C*), ângulo de tonalidade (H*) e alterações globais de cor (ΔE) do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas Nelore submetidas a diferentes níveis de suplementação e tempos de maturação

Dias de Maturação	Níveis de Suplementação (% do PC)				Média	Valor de P			CV (%)
	1,0	1,43	1,74	1,91		L	Q	NxT	
Croma (C*)									
1	21,40	20,03	20,80	20,60	20,69				
7	20,31	20,26	21,00	20,30	20,47				
14	20,74	19,31	21,04	20,55	20,42			0,44	4,48
21	20,78	20,06	20,70	20,51	20,51				
Média	20,81	19,92	20,87	20,49	20,52	0,88	0,13		
Valor de P	L				0,48				
	Q				0,39				
Ângulo de tonalidade (H*)									
1	23,94	23,04	22,33	22,81	23,03				
7	19,04	18,77	19,02	18,95	18,94				
14	19,37	18,03	19,49	18,90	18,95			0,16	6,25
21	19,97	18,78	20,48	18,52	19,44				
Média	20,58	19,65	20,33	19,79	20,09	0,51	0,61		
Valor de P	L				<0,001				
	Q				<0,001 ¹				
Alterações globais de cor (ΔE)									
1	2,46	2,32	2,67	2,16	2,39				
7	2,69	2,99	3,50	2,50	2,84				
14	2,88	2,81	3,25	3,27	3,07			0,12	7,97
21	2,69	2,81	3,25	2,50	2,84				
Média	2,68	2,73	3,17	2,61	2,79	0,65	0,94		
Valor de P	L				<0,001 ²				
	Q				0,430				

Maturação realizada com os animais abatidos na Fase I (24/06-15/10); ¹Equação quadrática: $22,850 - 0,645x + 0,023x^2$; $R^2: 94,44$; ²Equação linear: $1,37 + 3,81x$; $R^2: 92,90$.

Para o ângulo de tonalidade (H*), os resultados demonstraram que as modificações importantes de cor ocorrem sobretudo no período entre os dias 1 e 7 (17,8%), diminuindo aos 14 e 21 (15,6%) (Tabela 9). Essas mudanças na coloração da carne estão relacionadas a oxidação dos pigmentos heme ligados à mioglobina e ao citocromo C, que é uma das condições que pode determinar o tempo de prateleira das carnes vermelhas (GREENE, 1969).

Outra forma de avaliar as modificações na cor é por meio das diferenças nas coordenadas de cor entre o tempo previsto de estocagem e o tempo inicial (ΔE). A diferença corresponde a valores ou índices de alterações perceptíveis ao olho humano. Conforme a escala apresentada por Prändl et al. (1994), valores de ΔE entre: 0 - 0,2 correspondem a alterações imperceptíveis ao olho humano; 0,2 - 0,5 muito pouco perceptíveis; 0,5 - 1,5 pouco perceptíveis; 1,5 - 3,0 percepções evidentes; 3,0-

6,0 percepções muito evidentes; 6 - 12 percepções bastante clara; 12 - 14 facilmente perceptíveis. Ao observar as médias de ΔE nos tempos de maturação, verificou-se que as modificações de cor apresentaram variação de percepções evidentes a percepções muito evidentes (Tabela 9).

Não houve interação entre os níveis de suplementação e os tempos de maturação para o pH e a força de cisalhamento (FC) ($P > 0,05$; Tabela 10). Os níveis de suplementação não modificaram o comportamento dessas variáveis ($P > 0,05$), no entanto, com o aumento do período de maturação houve decréscimo tanto no pH, quanto na FC ($P < 0,05$; Tabela 10).

Tabela 10 - Valores médios de pH e força de cisalhamento (FC) do músculo *Longissimus lumborum* de novilhas terminadas em diferentes níveis de suplementação e períodos de maturação

Dias de Maturação	Níveis de Suplementação (% do PC)				Média	Valor de P			CV (%)
	1,0	1,43	1,74	1,91		L	Q	NxT	
Ph									
1	5,85	5,91	5,87	5,94	5,90				
7	5,76	5,73	5,68	5,69	5,72				
14	5,72	5,70	5,64	5,62	5,67			0,78	2,36
21	5,57	5,61	5,49	5,52	5,55				
Média	5,72	5,74	5,67	5,70	5,71	0,22	0,36		
Valor de P	L	Q					$< 0,001^1$		
							0,43		
Força de cisalhamento, kgf									
1	10,06	10,04	8,87	9,68	9,66				
7	9,71	9,18	8,20	9,52	9,15				
14	8,30	7,90	7,19	8,56	7,99			0,85	11,78
21	7,24	7,55	6,49	6,95	7,06				
Média	8,83	8,66	7,69	8,68	8,46	0,43	0,59		
Valor de P	L	Q					$< 0,001^2$		
							0,16		

Maturação realizada com os animais abatidos na Fase I (24/06-15/10); ¹Equação linear: $5,878 - 0,0187x$; $R^2: 94,76$; ²Equação linear: $9,7046 - 0,0830x$; $R^2: 99,04$.

O decréscimo do pH nos tempos de maturação de 5,9 no dia 1, para 5,55 aos 21 dias não era esperado (Tabela 10), contudo, os valores de pH permaneceram dentro do intervalo 5,4 a 5,8, com valores considerados adequados na manutenção da vida de prateleira (MACH et al., 2008). No trabalho de Aroeira et al. (2016), os valores médios de pH não modificaram com os tempos de maturação aos 1, 7, 14 e 21 dias. No entanto, outros autores verificaram aumento do pH com o decorrer dos tempos de maturação, e atribuíram essa modificação à alta concentração de produtos de

degradação de proteína pós-abate (alcalino), que é causado pela atividade de enzimas endógenas, principalmente calpaína (LAWRIE; LEDWARD, 2006; FLOREK et al., 2007; STANIŠIĆ et al., 2012).

A diminuição do pH em carnes embaladas a vácuo pode ser atribuída a um provável crescimento de bactérias lácticas, devido as condições anaeróbicas e o seu metabolismo favorecer a redução do pH. Segundo Borch et al. (1996), carnes com pH mais elevado são mais susceptíveis à deterioração bacteriana. Esses autores verificaram que houve decréscimo do pH quando compararam dias de maturação em diferentes níveis de pH, e atribuíram o resultado ao desenvolvimento de bactérias lácticas em pH alto (BORCH et al., 1996). Pode ser que o decréscimo do pH durante o período de armazenamento no presente estudo, tenha ocorrido pelo mesmo motivo, pois, o valor do pH foi de 5,9 quando as carnes foram embaladas (Tabela 10). No entanto, a influência do pH no comportamento microbiológico não foi o foco desse estudo, por isso não foram feitas análises específicas, entretanto, essa avaliação poderia explicar melhor a variação do pH nos tempos de maturação.

A redução de 9,66 do dia 1, para 7,06 kgf aos 21 dias de maturação, foi de 2,6 kg na FC. Redução semelhante (2,47 kg), também foi encontrado por Aroeira et al. (2016) em carnes maturadas de machos Nelore comparadas ao dia 1. Maior maciez encontrada em carnes maturadas é devido a atuação das enzimas proteolíticas, principalmente as calpaínas, que causam degradação das proteínas do tecido muscular, levando alterações na micro e ultraestrutura das fibras musculares, que é correlacionada com uma redução na dureza da carne (HUFF-LONERGAN; ZHANG; LONERGAN, 2010).

A FC de entre os dias 1 e 7 dias, 7 e 14 dias e entre 14 e 21 dias reduziu 0,51; 1,16 e 0,93 kg, respectivamente (Tabela 10). Wyrwicz et al. (2016), ao estudarem a influência de dias de maturação em características do músculo semimembranoso de animais Holandês x Simental, verificaram menor redução da FC entre os dias 7 e 14. Assim também Andrade et al. (2010), ao avaliarem a qualidade da carne do músculo *Longissimus thoracis* de bovinos Red Norte e Nelore durante a maturação, observaram reduções na FC de 1,09; 0,21 e 0,56 kg nos períodos de 1 - 7; 7 - 14 e 14 - 21 dias. No trabalho de Andrade et al. (2010) a carne dos animais Red Norte foi cerca de 0,90 kg inferior às dos animais Nelore, e os autores atribuíram a diferença ao processo de proteólise post mortem e maior atividade da calpastatina dos *B. indicus* quando comparado a *B. taurus* (WHEELER et al., 1990; SHACKELFORD et al., 1994).

A classificação de cortes cárneos bovinos quanto à força de cisalhamento para o músculo *Longissimus lumborum* com a lâmina Warner Braztler, é de dura se apresentar FC>9 kgf; maciez intermediária de 6 kgf a 9 kgf e macia quando apresentar FC<6 kgf (SHACKELFORD; WHEELER; KOOHMARAIE, 1997). De acordo com essa classificação as carnes do 1° e 7° dia, que apresentaram FC de 9,66 e 9,15 kgf, são classificadas como duras, sendo necessário pelo menos 14 dias de maturação para que atingissem maciez intermediária (7,99 kgf) (Tabela 10).

Em se tratando de maturação, os valores baixos de pH são relacionados com menor atividade das enzimas proteolíticas e menor maciez da carne, uma vez que as calpaínas μ e m apresentam pH ótimo em valores próximos a 7 (BÉLTRAN et al., 1997). Diante disso, a constante queda do pH nos dias de maturação, pode ter contribuído para impedir maiores reduções na FC.

É importante identificar as fases *post mortem* de maiores alterações/modificação na cor e na maciez das carnes durante a estocagem ou no desenvolvimento de processos tecnológicos como a maturação, pois são fatores de interesse para a indústria e o setor de distribuição por agregar maior valor ao produto, e permitir atender a consumidores mais exigentes (ANDRADE et al., 2010).

3.4 Conclusão

O fornecimento de suplemento acima de 1% do peso corporal para novilhas no período seco não melhorou as características da carcaça e da carne.

As características da carcaça e da carne de novilhas com suplementação de 1% do peso corporal no período de transição seca-águas foram semelhantes às do período seco.

A maturação com tempo mínimo de 14 dias foi eficiente em reduzir a força de cisalhamento da carne de novilhas nelore tornando-as com maciez intermediária. O processo de maturação da carne modificou o pH e a cor da carne em que as alterações mais importantes acontecem entre 1 e 14 dias.

3.5 Referências

- ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1791-1800, 2010.
- ANKOM TECHNOLOGY. **AnkomXT10** extraction system operator's manual: Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Ankom Technol., Macedon, NY. p. 19 - 20, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. Ed. 16. Arlington: AOAC International, 1995, 1025p.
- ARBOITTE, M. Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; PASCOAL, L. L.; PACHECO, P. S.; SOCCAL, D. C. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 969-977, 2004.
- AROEIRA, C. N.; TORRES FILHO, R. A.; FONTES, P. R.; GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, A. L.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Freezing, thawing and aging effects on beef tenderness from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Meat science**, v. 116, p. 118-125, 2016.
- AZEVEDO JR. R. L. **Aveia branca (*Avena sativa* L.) como suplemento na terminação de novilhas em pastagem de aveia (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum*)** - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tese (Doutorado em Zootecnia), 126p, 2015.
- BÉLTRAN, J. A.; JAIME, I.; SANTOLARIA, P.; SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; RONCALÉS, P. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. **Meat Science**, v. 45, p. 201-207, 1997.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, p. 240, 1976.
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A. C.; JORGE, A. M.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Effect of genetic group on carcass traits and fresh and aged beef tenderness from young cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.
- BONAGURIO, S.; PEREZ, J. R. O.; GARCIA, I. F. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1562-1570, 2003.
- BONIN, M. N.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P.; REZENDE, F. M.; CUCCO, D. C.; CARVALHO, M. E.; SILVA, R. C. G. S.; GOMES, R. C.; OLIVEIRA, E. C. M. Sire effects on carcass and meat quality traits of young Nellore bulls. **Genetics and Molecular Research**, v. 13, p. 3250-3264, 2014.
-

BORCH, E.; KANT-MUERMANS, M. L.; BLIXT, Y. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33, p.103-120, 1996.

BRONDANI, I. L.; SAMPAIO, A. A.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, L. S.; AMARAL, G. A.; SILVEIRA, M.; CEZIMBRA, I. M. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2034-2042, 2006.

CURI, R. A.; CHARDULO, L. A. L.; GIUSTI, J.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Assessment of GH1, CAPN1 and CAST polymorphisms as markers of carcass and meat traits in *Bos indicus* and *Bos taurus*–*Bos indicus* cross beef cattle. **Meat Science**, v. 86, p. 915-920, 2010.

Di MARCO, O.N.; BARCELLOS, J.O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007, 276p.

FLOREK, M.; LITWIŃCZUK, A.; SKAŁECKI, P.; RYSZKOWSKA - SIWKO, M. Changes of physicochemical properties of bullocks and heifers meat during 14 days of aging under vacuum. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 57, p. 281–288, 2007.

GREENE, B. E. Lipid oxidation and pigment changes in raw beef. **Journal of Food Science**, v. 34, p.110-113, 1969.

GOMIDE, L. A. M; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e qualidade da carne: fundamentos**. Viçosa: Ed. UFV, 2013,197p.

GIUSTI, J.; CASTAN, E.; DAL PAI, M.; ARRIGONI, M. B.; BALDIN, S. R.; OLIVEIRA, H. N. Expression of genes related to quality of *Longissimus dorsi* muscle meat in Nellore (*Bos indicus*) and Canchim (5/8 *Bos taurus* × 3/8 *Bos indicus*) cattle. **Meat Science**, v. 94, p. 247–252, 2013.

HANKINS, O. G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: United States Department of Agriculture, (Technical Bulletin - USDA) p. 1-19, 1946.

HOUBEN, J.H.; Van DIJK, A.; EIKELENBOOM, G.; HOVINGBOLINK, A.H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, v. 55, p. 331-336, 2000.

HUFF-LONERGAN, E.; ZHANG, W.; LONERGAN, S. M. Biochemistry of *post mortem* muscle - lessons on mechanisms of meat tenderization. **Meat Science**, v. 86, p. 184-195, 2010.

KHAN, M. I.; JUNG, S.; NAM, K. C.; JO, C. Postmortem aging of beef with a special reference to the dry aging. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 36, p. 159-169, 2016.

KAZAMA, R.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; SILVA, D. C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dieta à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.

JAMES, S. The chill chain from carcass to consumer. **Meat Science**, v. 43, p. 203-216, 1996.

LAWRIE, R. A.; LEDWARD, D. A. **Lawrie's meat science** (7th ed.). Cambridge, England: Woodhead Publishing, 2006.

LAGERSTEDT, A.; LUNDSTRÖM, K.; LINDAHL, G. Influence of vacuum or high-oxygen modified atmosphere packaging on quality of beef M. *Longissimus* dorsi steaks after different ageing times. **Meat Science**, v. 87, p. 101-106. 2011.

LEE, S.; DECKER, E. A.; FAUSTMAN, C.; MANCINI, R. A. The effects of antioxidant combinations on color and lipid oxidation in n-3 oil fortified ground beef patties. **Meat Science**, v. 70, p. 683-689, 2005.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. Nova Odessa: Limbife – Laboratório de Análises de carne, 2000, 140p.

MACDOUGALL, D. B. **Colour of meat**. In: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Springer, Boston, MA, p. 79-93, 1994.

MACH, N.; BACH, A.; VELARDE, A.; DEVANT, M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v. 78, p. 232-238, 2008.

MENDES FILHO, G. O. **Sistema de alimentação na terminação de bovinos**. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 149p, 2016.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal Animal Science**, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

MISSIO, L. M.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SEGABINAZZI. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010.

MOORE, J. E.; BRANT, M. H.; KUNKLE, W. E.; Hopkins, D. I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 122-135, 1999 (suppl.2).

MUCHENJEA, V.; DZAMAC, B. K.; CHIMONYOA, M. P. E.; STRYDOM D, A.; HUGO E.; RAATS, J. G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, v. 112, p. 279-289, 2009.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 1.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 32p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **NRC**. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.rev.ed. Washinton, D.C. 2001, 381p.

OLIVEIRA, R. A. **Suplementação de novilhas na recria e terminação** - Universidade Federal do Tocantins Araguaína: Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - UFT. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), 94p, 2017.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; MENEZES, L. F. G.; ROSA, J. R. P.; KUSS, F.; ALVES FILHO, D. C.; NEIVA, J. N. M.; DONICHT, P. A. M. M. Características da carcaça e do corpo vazio de bovinos Charolês de diferentes categorias abatidos com similar grau de acabamento. **Arquivo Brasileiro de Zootecnia**, v. 65, n. 1, p. 281-288, 2013.

PASCOAL, L. L.; VAZ, F. N.; VAZ, R. Z.; RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; SANTOS, J. P. A. Relações comerciais entre produtor, indústria e varejo e as implicações na diferenciação e precificação da carne e produtos bovinos não-carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 82-92, 2011.

PIAO, M. Y.; JO, C.; KIM, H. J.; LEE, H. J.; KIM, H. J.; KO, J. Y.; BAIK, M. Comparison of carcass and sensory traits and free amino acid contents among quality grades in loin and rump of Korean cattle steer. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 28, p. 1629-1640, 2015.

PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. J. **Tecnologia e higiene de la carne**. Zaragoza: Acribia, p. 854, 1994.

REDDY, B.V.; SIVAKUMAR, A. S.; JEONG, D. W.; WOO, Y.; PARK, S.; LEE, S.Y.; BYUN, J.Y.; KIM, C. H.; CHO, S. H.; HWANG, I. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1-16, 2014.

RESTLE, J.; KEPLIN, L. A. S.; VAZ, F. N. Características da carcaça de novilhos Charolês, abatidos com diferentes pesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 8, p. 851-856, 1997.

RUBENSAM, J. M.; FELICIO, P. E.; TERMIGNONI, C. Effects of the *Bos indicus* genotype on calpastatin activity and texture of beef from steers slaughtered in the south of Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 405-409, 1998.

SAN VITO, E.; LAGE, J. F.; RIBEIRO, A. F.; SILVA, R. A.; BERCHIELLI, T. T. Fatty acid profile, carcass and quality traits of meat from Nellore young bulls on pasture supplemented with crude glycerin. **Meat Science**. v. 100, p. 17-23, 2015.

SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E.; ROHRER G. A.; SAVELL, J. W. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler

shear force, retail product yield, and growth rate. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 4, p. 857-863, 1994.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: Evaluation of beef Longissimus shear force at 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2417–2422, 1997.

SOUZA, A. T. **Terminação de novilhas em semiconfinamento com grão de milho ou sorgo, inteiro ou moído**. Araguaína: Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - UFT. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), 94p, 2016.

STANIŠIĆ, N.; PETRIČEVIĆ, M.; ŽIVKOVIĆ, D.; PETROVIĆ, M. M.; OSTOJIĆ-ANDRIĆ, D.; ALEKSIĆ, S.; STAJIĆ, S. Changes of physical-chemical properties of beef during 14 days of chilling. **Biotechnology of Animal Husbandry**, v. 28, p. 77-85, 2012.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **The SAS System for Windows**: version 9.0. Cary: SAS Institute, 2002.

TAPP III W. N.; YANCEY J. W. S.; APPLE J. K. How is the instrumental color of meat measured? **Meat Science**, v. 89, p. 1-5, 2011.

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

WHEELER, T. L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H. R.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 4206-4220, 1990.

WYRWISZ, J., M. MOCZKOWSKA, M. KUREK, A. STELMASIAK, A. PÓŁTORAK, AND A. WIERZBICKA. Influence of 21 days of vacuum-aging on color, bloom development, and WBSF of beef semimembranosus. **Meat Science**, v. 122, p. 48–54, 2016.

CAPÍTULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho o uso da suplementação para novilhas em pastejo recebendo 1% do PC, no período seco e no período de transição seca-águas mostrou-se a mais vantajosa tendo em vista os bons resultados de desempenho com ganho médio diário de 0,630 kg/dia.

Ao adotar estratégias com níveis mais elevados de suplementação em 1,41; 1,74 e 1,91% do PC, a disponibilidade e as características nutricionais do capim devem ser avaliadas, pois os resultados de desempenho e características da carcaça e da carne foram semelhantes a suplementação de 1% PC. Essa resposta certamente aconteceu porque em condições de alta disponibilidade e boa qualidade do capim, os animais substituíram o consumo de forragem pelo consumo de suplemento.

A implantação de qualquer estratégia deve sempre estar associada a uma avaliação de custo/benefício, visto que, o concentrado é a parte mais onerosa. Nesse sentido, a adoção de tecnologia para a terminação como a suplementação deve ser dependente do objetivo do produtor, e, por isso as metas devem ser previamente estabelecidas e planejadas como a idade e peso de abate, e o tempo que os animais vão permanecer na propriedade. Como mostrado nesse trabalho, ao intensificar a terminação de animais mais leves (250,00 kg), foram necessários duas fases para que 46,30% dos animais atingissem o peso de abate de 330 kg.

Os cenários de preços do sorgo mostraram a magnitude em termos econômicos quando aumenta o nível de concentrado na dieta dos animais, demonstrando a importância que o produtor esteja atento para antecipar na aquisição de insumos quando os preços forem mais vantajosos, pois tem impacto direto na receita líquida e na rentabilidade da atividade.

CAPÍTULO V – APÊNDICE

1. Dados referentes ao capítulo III

Tabela 1 - Correlação de *Pearson* entre as características de carcaça e da carne de novilhas suplementadas a pasto na fase I

	PCQ	PCF	RG%	EC	TE%	DIA%	PAG%	EGS	QR%	M:G	pH	FC
PCQ	1,000	0,990**	0,998	0,207	0,020	-0,218	0,277	0,291	0,347	0,302	0,003	-0,086
PCF		1,000	0,184	0,219	-0,006	-0,187	0,269	0,240	0,212	-0,262	0,024	-0,107
RG			1,000	-0,198	-0,298	0,007	0,379*	0,595**	0,136	-0,323	-0,097	0,108
EC				1,000	0,246	-0,352*	0,184	0,209	-0,004	-0,110	-0,135	-0,113
TE					1,000	-0,715**	-0,240	0,055	0,196	0,122	0,096	0,196
DIA						1,000	-0,506**	-0,281	-0,271	0,211	-0,066	0,066
PAG							1,000	0,322	0,135	-0,444**	-0,027	-0,153
EGS								1,00	0,411**	-0,253	0,010	0,153
QR%									1,000	-0,348*	-0,143	0,120
M:O										1,000	-0,103	0,349*
pH											1,000	-0,219

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; PCQ: peso de carcaça quente; PCF: peso de carcaça fria; RG: recorte de gordura em %; EC: espessura do coxão em cm²; TE: traseiro especial em %; DIA: dianteiro em %; PAG: ponta de agulha em %; EGS: espessura de gordura subcutânea em mm; QR: quebra ao resfriamento em %; M:O: relação músculo:osso; Fase I: fornecimento 1,0; 1,50; 2,0% do PC e suplemento á vontade no período seco (24/06-15/10), perfazendo o total de 112 dias.

Tabela 2 - Correlação de *Pearson* entre as características de carcaça e da carne de novilhas suplementadas a pasto na fase I

	EC	EGS	QR	M:G	pH	FC	L	a*	b*	C*	H*	PD	PC
EC	1,000	0,209	-0,004	-0,110	-0,135	-0,113	-0,139	0,450**	0,482**	0,491**	0,259	-0,247	0,172
EGS		1,000	0,411**	-0,253	0,010	0,153	-0,224	-0,078	-0,049	-0,007	-0,001	-0,172	0,133
QR			1,000	-0,348*	-0,143	0,120	-0,093	-0,078	-0,057	-0,081	-0,014	-0,237	-0,005
M:G				1,000	-0,103	0,349*	0,160	-0,187	-0,081	-0,057	0,174	0,121	-0,007
pH					1,000	-0,219	0,091	-0,006	-0,177	-0,216	0,067	-0,149	-0,060
FC						1,000	0,267	-0,170	0,208	-0,062	0,420**	-0,077	0,148
L*							1,000	-0,105	0,446**	0,032	0,670**	0,024	0,166
a*								1,000	0,652**	0,980**	0,560	0,219	-0,170
b*									1,000	0,789**	0,791**	-0,217	0,260
C*										1,000	0,252	-0,306	0,071
H*											1,000	-0,046	0,338*
PD												1,000	-0,283

*P<0,05; **P<0,01; EC: espessura do coxão em cm²; EGS: espessura de gordura subcutânea em mm; QR: quebra ao resfriamento em %; M:G: relação músculo:gordura; FC: força de cisalhamento; L*: luminosidade; b*: índice de vermelho; a*: índice de amarelo; C*: croma; H*: ângulo de tonalidade; PD: perda de peso por descongelamento; Fase I: fornecimento 1,0; 1,50; 2,0% do PC e suplemento á vontade no período seco (24/06-15/10), perfazendo o total de 112 dias.

1.2 Dados referentes ao capítulo III

Tabela 3 - Correlação de Pearson entre as características de carcaça e da carne de novilhas suplementadas a pasto na fase II

	PCQ	PCF	RG%	EC	TE%	DIA%	PAG%	EGS	QR%	M:G	pH	FC
PCQ	1,000	0,957**	-0,290	0,194	-0,102	0,060	-0,033	-0,270	-0,150	0,279	0,337	0,053
PCF		1,000	-0,191	0,211	-0,299	0,070	-0,027	-0,213	-0,097	0,295	0,329	0,085
RG			1,000	-0,159	-0,432*	-0,043	-0,026	0,252	0,097	-0,098	0,086	-0,059
EC				1,000	-0,130	-0,051	-0,074	-0,090	0,267	0,109	-0,174	-0,054
TE					1,000	-0,062	-0,024	-0,233	-0,242	0,017	-0,022	-0,171
DIA						1,000	0,994**	-0,271	-0,500**	0,120	-0,046	-0,395*
PAG							1,000	-0,256	-0,486**	0,085	-0,078	-0,410**
EGS								1,000	0,350*	-0,120	-0,275	-0,252
QR%									1,000	0,270	0,032	0,095
M:O										1,000	0,198	-0,047
pH											1,000	0,138

*P<0,05; **P<0,01; PCQ: peso de carcaça quente; PCF: peso de carcaça fria; RG: recorte de gordura em %; EC: espessura do coxão em cm²; TE: traseiro especial em %; DIA: dianteiro em %; PAG: ponta de agulha em %; EGS: espessura de gordura subcutânea em mm; QR: quebra ao resfriamento em %; M:O: relação músculo:osso; Fase II: Fase I + fornecimento de suplemento em 1% do PC no período de transição seca-água (24/06 a 15/10 + 6/10 a 29/11), perfazendo o total 157 dias.

Tabela 4 - Correlação de *Pearson* entre as características de carcaça e da carne de novilhas suplementadas a pasto na fase II

	CP	CB	EGS	QR	pH	FC	L	a*	b*	C*	H*	PD	PC
CP	1,000	0,858**	-0,376*	-0,094	-0,065	-0,177	0,287	-0,215	0,270	-0,164	-0,069	0,100	-0,113
CB		1,000	-0,212	0,135	-0,175	-0,130	0,009	0,084	-0,015	-0,268	0,026	0,074	0,143
EGS			1,000	0,351*	-0,275	-0,252	-0,409*	-0,463*	-0,415*	-0,276	0,095	0,042	0,149
QR				1,000	0,032	-0,096	-0,558*	0,760**	-0,734**	-0,266	0,321	0,006	-0,097
pH					1,000	0,138	0,306	-0,389*	0,176	0,854**	0,212	0,136	-0,070
FC						1,000	-0,430	-0,039	0,021	0,224	0,257	-0,010	-0,093
L*							1,000	-0,938**	0,968**	0,100	-0,143	-0,068	0,162
a*								1,000	-0,965**	-0,346*	0,184	-0,068	0,168
b*									1,000	0,091	-0,226	-0,061	0,165
C*										1,000	0,111	0,171	-0,112
H*											1,000	0,045	0,060
PD												1,000	0,142

*P<0,05; **P<0,01; CB: comprimento do braço; CP: comprimento da perna; EGS: espessura de gordura subcutânea em mm; QR: quebra ao resfriamento em %; FC: força de cisalhamento; L*: luminosidade; b*: índice de vermelho; a*: índice de amarelo; C*: croma; H*: ângulo de tonalidade; PD: perda de peso por descongelamento; Fase II: Fase I + fornecimento de suplemento em 1% do PC no período de transição seca-água (24/06 a 15/10 + 6/10 a 29/11), perfazendo o total 157 dias.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
 TROPICAL - PPGCat

Fundação Universidade Federal do Tocantins
 Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia



ATA DE EXAME DE QUALIFICAÇÃO

Ata de **Exame de Qualificação** da tese “**ESTRATÉGIAS DE SUPLIMENTAÇÃO PARA TERMINAÇÃO DE NOVILHAS NO PERÍODO SECO**” do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia.

Às **08h00min. do dia 28 de fevereiro de 2018**, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), esteve reunida a banca de Exame de Qualificação da doutoranda **RAQUEL MARTINS DE OLIVEIRA** constituída pelos seguintes membros: Prof.^ª Dra. **FABRÍCIA ROCHA CHAVES MIOTTO**, Prof. Dr. **JOSÉ NEUMAN MIRANDA NEIVA**, Prof.^ª Dra. **VERA LUCIA DE ARAÚJO**, o Dr. em Ciência Animal Tropical **ODISLEI FAGNER RIBEIRO CUNHA** e o Prof. Dr. **JOÃO RESTLE**.

Sendo a referida doutoranda:

Aprovada.

Reprovada.

FABRÍCIA ROCHA CHAVES MIOTTO
Orientadora

JOSÉ NEUMAN MIRANDA NEIVA
Avaliador

VERA LÚCIA DE ARAÚJO
Avaliador

ODISLEI FAGNER RIBEIRO CUNHA
Avaliador

JOÃO RESTLE
Avaliador