



**SILAS SEBASTIÃO DOMINGUES**

**AVALIAÇÃO META-ANALÍTICA DOS  
EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO  
ALIMENTAR SOBRE O CONSUMO DE  
FORRAGEM DE BOVINOS DE CORTE  
EM PASTEJO**

**LAVRAS - MG**

**2017**

**SILAS SEBASTIÃO DOMINGUES**

**AVALIAÇÃO META-ANALÍTICA DOS EFEITOS DA  
SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR SOBRE O CONSUMO DE  
FORRAGEM DE BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de Mestre.

Dr. Mateus Pies Gionbelli  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Domingues, Silas Sebastião.

Avaliação meta-analítica dos efeitos da suplementação alimentar sobre o consumo de forragem de bovinos de corte em pastejo / Silas Sebastião Domingues. - 2016.

110 p.

Orientador(a): Mateus Pies Gionbelli.

Coorientador(a): Marina de Arruda Camargo Danés, João Ricardo Rebouças Dórea.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2016.

Bibliografia.

1. Nutrição de ruminantes. 2. Suplementação de bovinos a pasto. 3. Métodos de lotação. I. Gionbelli, Mateus Pies.

**SILAS SEBASTIÃO DOMINGUES**

**AVALIAÇÃO META-ANALÍTICA DOS EFEITOS DA  
SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR SOBRE O CONSUMO DE  
FORRAGEM DE BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 13 de dezembro de 2016.

Dra. Marina de Arruda Camargo Danés (UFLA)

Dr. João Ricardo Rebouças Dórea (University of Wisconsin, Madison, EUA)

Dr. Mateus Pies Gionbelli

Orientador

**LAVRAS - MG**

**2017**

*`A memória de minha mãe, que sempre foi e sempre será meu pilar e referência e essa vitória só foi conquistada com a sua intercessão junto aos anjos e santos.*

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me conceder a oportunidade de presenciar suas maravilhosas criações.

À minha esposa Aline, pelo apoio e incentivo que me fizeram alcançar mais um objetivo.

Ao professor Dr. Mateus Pies Gionbelli, pela orientação, amizade e, principalmente, pela paciência e boa vontade na transmissão de seus conhecimentos. Fui muito privilegiado em poder trabalhar ao seu lado ao longo dos últimos anos.

Aos professores (a) Dra. Marina de Arruda Camargo, Dr. Daniel Rume Casagrande e ao Dr. João Ricardo Rebouças Dórea que me ajudaram na construção deste trabalho, pois sem eles este trabalho não teria a importância e qualidade em que ele se tornou.

Ao Grupo de Estudo em Pecuária de Corte (NEPEC), por todo o conhecimento, amizade e companheirismo que me agregou, durante toda minha vida acadêmica e levo para toda a minha vida! Ao PET Zootecnia e à Professora Dra. Flávia Maria Borges Saad, pelos ensinamentos e vivência acadêmica.

*“A Cruz sagrada seja a minha luz.*

*Na seja o dragão o meu guia.*

*Retira-te, Satanás!*

*Nunca me aconselhes coisas vãs.*

*É mal o que tu me ofereces.*

*Bebe tu mesmo do teu veneno”.*

*Amém.*

***Oração de São Bento***

## RESUMO

O consumo de forragem é o fator mais importante, na produção de bovinos de corte manejados a pasto, sendo a base da dieta. Conhecer os fatores que afetam esse parâmetro auxilia a tomada de decisões. O objetivo deste estudo foi quantificar, por meio de uma avaliação meta-analítica, os fatores que afetam o consumo de matéria seca de pasto (CMSp) e total (CMSt) de bovinos em crescimento, em sistemas de produção de bovinos de corte a pasto, em condições tropicais e criar equações que permitissem realizar tal estimativa. O banco de dados foi composto de artigos de revistas classificadas no QUALIS Capes 2014, sendo 39 trabalhos de 9 revistas. Para o modelo de consumo de CMSp e CMSt das unidades experimentais, recebendo suplementação concentrada, foram avaliadas 1270 unidades experimentais, em 118 médias de tratamentos. A suplementação concentrada, ao avaliar o consumo de matéria seca do suplemento (CMSs) e fração não proteica do suplemento (FNPS), exerce efeito substitutivo sobre CMSp (g/kg/animal/dia), sendo mais pronunciada para animais em método de pastejo rotacionado para CMSs com taxa de substituição de 11,6% por kg CMSs; e, no contínuo, de a taxa de 8,1% por kg CMSs e, para FNPS, com taxa de substituição de 24,7% por kg CMSs no rotacionado e, no contínuo de a taxa de 11,4% por kg CMSs. A proteína bruta do pasto (PasPB) exerce efeito quadrático no CMSp, o qual aumenta até 13% de PasPB e depois começa a cair. O método de lotação rotacionado CMSp é maior quando comparado ao método de lotação contínuo. O método de pastejo rotacionado não sofreu influência no CMSs e FNPS afetando o CMSt. Mas o método de pastejo contínuo teve efeitos positivos com o CMSs e FNPS. Houve efeito substitutivo aditivo, pois o CMSt aumentou, mas não foi maior que a quantidade de suplemento ingerida. O aumento no CMSt foi de 5% e 7%, para FNPS e CMSs, respectivamente. Houve efeito quadrático da PasPB no CMSt, com ponto de máximo CMSt a PasPB de 13%. Após esse valor, o CMSt tende a cair. A principal característica que causa a substituição é a FNPS, de forma que o aumento da suplementação de proteína bruta não causa substituição do consumo de forragem. O teor de proteína bruta da forragem afeta, positivamente (com efeito quadrático, provocando aumento significativo até certo ponto, com máxima a 13% de proteína bruta na forragem), o consumo de matéria seca de pasto e total.

**Palavras-chave:** Suplementos não proteicos. Grupos genéticos. Métodos de lotação. Efeito substitutivo. Efeito aditivo substitutivo.

## ABSTRACT

Forage consumption is the most important factor in the beef cattle production managed to pasture, being the basis of the diet. Knowing the factors that affect this parameter helps decision making. The objective in this study was to quantify, by means of a meta-analytical evaluation, the factors that affecting consumption of dry matter pasture (CDMp) and total (CDMt) of growing cattle in the pasture beef cattle production systems in tropical conditions, and create equations that would allow such estimation. The database was composed of articles from journals classified in QUALIS Capes 2014, which 39 are from 9 journals. For the CDMp and CDMt consumption model of the experimental units receiving concentrated supplementation, 1270 experimental units were evaluated in 118 treatment averages. Concentrated supplementation, when evaluated the consumption of dry matter supplement (CDMs) and non-protein fraction of the supplement (NPFs), they exercise substitute effect on CDMp (g/kg/animal/day), being more pronounced for animals in rotational grazing method, for CDMs with a replacement rate of 11.6% per kg CDMs and at the continuous rate at 8.1% per kg CDMs and for NPFs with a replacement rate of 24.7% per kg CDMs in rotated and in continuous rate of 11.4% per kg CDMs. Pasture crude protein (PasCP) exerts a quadratic effect on CDMp, being the CDMp increasing up to 13% PasCP and then starting to fall. The stocking method rotated CDMp is larger when compared to the continuous stocking method. The rotational grazing method did not suffered influence CDMs and NPFs affecting CDMt. But the continuous grazing method had positive effects with the CDMs and NPFs. There was an additive substitute effect, since the CDMt increased, but it was not greater than the amount of supplement ingested. The increase in CDMt was 5% and 7% for NPFs and CDMs, respectively. There was a quadratic effect of the PasCP in CDMt, with a maximum point CDMt the PasCP of 13%, after this value the CDMt tends to fall. The main characteristic that causes the substitution is the NPFs, so that the increase of the crude protein supplementation does not cause substitution of the forage consumption. The forage crude protein content affects positively (with quadratic effect, provoking a significant increase to a certain point, with maximum to 13% of crude protein in the forage) the pasture and total dry matter consumption.

**Keywords:** Non-protein supplements. Genetic groups. Stocking methods. Substitutive effect. Additive substitute effect.

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>EQ. 1</b>	$CMSP = 16,2 - 0,0154 \times PCJM - 0,0023 \times FNPS + 1,5985 \times PASPB - 0,0621 \times PASPB^2$	58
<b>EQ. 2</b>	$CMSP = 12,5 - 0,0154 \times PCJM - 0,0023 \times FNPS + 1,5985 \times PASPB - 0,0621 \times PASPB^2$	58
<b>EQ. 3</b>	$CMSP = 24,3 - 0,0154 \times PCJM - 0,0069 \times FNPS + 1,5985 \times PASPB - 0,0621 \times PASPB^2$	58
<b>EQ. 4</b>	$CMSP = 20,5 - 0,0154 \times PCJM - 0,0069 \times FNPS + 1,5985 \times PASPB - 0,0621 \times PASPB^2$	58
<b>EQ. 5</b>	$CMSP = 16,0 - 0,0151 \times PCJM - 0,0016 \times CMSs + 1,6582 \times PASPB - 0,0651 \times PASPB^2$	62
<b>EQ. 6</b>	$CMSP = 12,2 - 0,0151 \times PCJM - 0,0016 \times CMSs + 1,6582 \times PASPB - 0,0651 \times PASPB^2$	62
<b>EQ. 7</b>	$CMSP = 23,9 - 0,0151 \times PCJM - 0,0053 \times CMSs + 1,6582 \times PASPB - 0,0651 \times PASPB^2$	62
<b>EQ. 8</b>	$CMSP = 20,1 - 0,0151 \times PCJM - 0,0053 \times CMSs + 1,6582 \times PASPB - 0,0651 \times PASPB^2$	63
<b>EQ. 9</b>	$CMST = 18,1 - 0,0211 \times PCJM + 0,0017 \times FNPS + 1,6707 \times PASPB - 0,0671 \times PASPB^2$	73
<b>EQ. 10</b>	$CMST = 14,1 - 0,0211 \times PCJM + 0,0017 \times FNPS + 1,6707 \times PASPB - 0,0671 \times PASPB^2$	73
<b>EQ. 11</b>	$CMST = 26,0 - 0,0211 \times PCJM + 1,6707 \times PASPB - 0,0671 \times PASPB^2$	73
<b>EQ. 12</b>	$CMST = 21,9 - 0,0211 \times PCJM + 1,6707 \times PASPB - 0,0671 \times PASPB^2$	73
<b>EQ. 13</b>	$CMST = 18,4 - 0,0221 \times PCJM + 0,0014 \times CMSs + 1,6423 \times PASPB - 0,0658 \times PASPB^2$	75
<b>EQ. 14</b>	$CMST = 14,4 - 0,0221 \times PCJM + 0,0014 \times CMSs + 1,6423 \times PASPB - 0,0658 \times PASPB^2$	76
<b>EQ. 15</b>	$CMST = 26,2 - 0,0221 \times PCJM + 1,6423 \times PASPB - 0,0658 \times PASPB^2$	76
<b>EQ. 16</b>	$CMST = 22,2 - 0,0221 \times PCJM + 1,6423 \times PASPB - 0,0658 \times PASPB^2$	76

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Estatística descritiva relativa ao banco de dados utilizado para a elaboração dos modelos propostos .....	54
<b>Tabela 2</b>	Acurácia dos modelos gerados .....	57
<b>Tabela 3</b>	Parâmetros estatísticos usados para construção de um modelo para de estimativa do consumo de matéria seca de pasto (g/kg pcjm/dia) considerando, dentre outras variáveis preditoras, o consumo de matéria seca de fração não proteica do suplemento (g/dia) (modelo a) .....	59
<b>Tabela 4</b>	Parâmetros estatísticos usados para construção de um modelo para de estimativa do consumo de matéria seca de pasto (g/kg pcjm/dia) considerando, dentre outras variáveis preditoras, o consumo de matéria seca de suplemento (g/dia) (modelo b).....	64
<b>Tabela 5</b>	Parâmetros estatísticos usados para construção de um modelo para de estimativa do consumo de matéria seca total (g/kg pcjm/dia) considerando, dentre outras variáveis preditoras, o consumo de matéria seca da fração não proteica do suplemento (g/dia) (modelo c) .....	74
<b>Tabela 6</b>	Parâmetros estatísticos usados para construção de um modelo para de estimativa do consumo de matéria seca total (g/kg pcjm/dia) considerando, dentre outras variáveis preditoras, o consumo de matéria seca de suplemento (g/dia) (modelo d).....	78

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Efeitos associativos entre o consumo de suplementos e o consumo de forragem.....	23
<b>Figura 2</b>	Fluxograma teórico de um sistema com a utilização de recursos nutricionais suplementares..	24
<b>Figura 3</b>	Representação esquemática do desajuste dos principais eventos no rúmen. (A) não há sincronismo na utilização do NH <sub>3</sub> com a energia disponível. (B) há sincronismo na utilização do NH <sub>3</sub> ..	31
<b>Figura 4</b>	Respostas a suplementação (%) em função do ganho de peso do tratamento controle. ....	32
<b>Figura 5</b>	Variáveis preditas e variáveis preditoras, bem como a forma a que são referidos os modelos gerados .....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** Comparação entre valores estimados e reais para consumo de pasto quando o consumo da fração não proteica do suplemento foi considerado no modelo (MODELO A). .....60
- Gráfico 2** Comparação entre valores estimados e reais para consumo de pasto quando o consumo de suplemento foi considerado no modelo (MODELO B). .....65
- Gráfico 3** Resposta do consumo de matéria seca do pasto (CMSp) em relação ao aumento da proteína bruta do pasto, para unidades experimentais no método de pastejo contínuo, sendo CON-1 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo de suplemento, CON-2 = mestiços de corte para consumo de suplemento, CON-3 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo da fração não proteica do suplemento, CON-4 = mestiços de corte para consumo da fração não proteica do suplemento. ....68
- Gráfico 4** Resposta do consumo de matéria seca do pasto (CMSp) em relação ao aumento da proteína bruta do pasto, para unidades experimentais no método de pastejo rotacionado, sendo ROT-1 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo de suplemento, ROT-2 = mestiços de corte para consumo de suplemento, ROT-3 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo da fração não proteica do suplemento, ROT-4 = mestiços de corte para consumo da fração não proteica do suplemento. ....69
- Gráfico 5** Comparação entre valores estimados e reais para consumo de matéria seca total quando o consumo de fração não proteica do suplemento foi considerado no modelo (MODELO C). .....75
- Gráfico 6** Comparação entre valores estimados e reais para consumo de matéria seca total quando o consumo de suplemento foi considerado no modelo (MODELO D). .....79
- Gráfico 7** Resposta do consumo de matéria seca do total (CMSt) em relação ao aumento da proteína bruta do pasto, para unidades experimentais no método de pastejo contínuo, sendo CON-1 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo de suplemento, CON-2 = mestiços de corte para consumo de suplemento, CON-3 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo da fração não proteica do suplemento, CON-4 = mestiços de corte para consumo da fração não proteica do suplemento. ....79

- Gráfico 8** Resposta do consumo de matéria seca do total (CMSt) em relação ao aumento da proteína bruta do pasto, para unidades experimentais no método de pastejo rotacionado, sendo ROT-1 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo de suplemento, ROT-2 = mestiços de corte para consumo de suplemento, ROT-3 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo da fração não proteica do suplemento, ROT-4 = mestiços de corte para consumo da fração não proteica do suplemento.....80
- Gráfico 9** Comparação entre o consumo de matéria seca total (CMSt) da equação  $CMS (kg/dia) = - 1,912 + 0,900 \times CMSs + 0,094 \times PC^{0,75} + 1,070 \times GMD - 1,395 \times GMD^2$ , descrita por Azevêdo et al. (2016) no BRcorte 3.0 e as equações propostas para unidades experimentais zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo contínuo, com consumo de suplemento (CON-CMSs) e consumo da fração não proteica do suplemento (CON-FNPS)...82

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
<b>2.1</b>	<b>Produção de bovinos em pastagens tropicais</b> .....	17
<b>2.2</b>	<b>Princípios da suplementação alimentar concentrada para bovinos em pastejo</b> .....	20
<b>2.3</b>	<b>Suplementação em condições de baixa qualidade e disponibilidade de forragem</b> .....	20
<b>2.4</b>	<b>Suplementação em condições de alta qualidade e disponibilidade de forragem</b> .....	29
<b>2.5</b>	<b>Inter-relações entre planta × animal × suplemento × manejo de pastejo afetando o consumo de matéria seca de pasto</b> .....	33
<b>2.5.1</b>	<b>Fator planta</b> .....	33
<b>2.5.2</b>	<b>Fator animal</b> .....	34
<b>2.5.3</b>	<b>Fator suplemento</b> .....	35
<b>2.5.4</b>	<b>Fator manejo</b> .....	37
<b>2.6</b>	<b>Meta-análise</b> .....	41
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	47
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	48
<b>4.1</b>	<b>Banco de dados</b> .....	48
<b>4.2</b>	<b>Cálculos</b> .....	49
<b>4.3</b>	<b>Métodos estatísticos</b> .....	50
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
<b>5.1</b>	<b>Consumo de matéria seca de pasto por animais recebendo suplementação alimentar concentrada</b> .....	57
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	84
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	85
	<b>ANEXOS</b> .....	97

## 1 INTRODUÇÃO

Sistemas de produção de bovinos em pastejo são a base da produção de carne bovina em regiões tropicais. Em muitos desses casos, a oferta e qualidade dos recursos forrageiros basais é, extremamente variável, ao longo do ano em virtude das variações e das características na precipitação. Nesses casos, a suplementação alimentar concentrada é uma importante tecnologia de produção para melhoria da eficiência produtiva. No entanto existem algumas inconsistências que tornam difícil a suplementação acurada e a predição acurada do desempenho de animais em pastejo. Tais inconsistências estão relacionadas à dificuldade de predizer a capacidade de consumo de pasto, em animais suplementados, em decorrência das relações entre características animais, da forragem, de manejo e do suplemento.

O número de estudos específicos sobre consumo de pasto por bovinos de corte que recebem suplementação concentrada é imenso, porém há carência da sumarização dos resultados observados. Como resultado, as considerações e recomendações sobre o fornecimento estratégico de alimentação suplementar concentrada são realizadas, com base na interpretação de alguns poucos pesquisadores e não com base em métodos científicos claros e objetivos. Resultados de um experimento único e clássico não podem ser tomados como base, para inferência em larga escala, em função das condições, nas quais as observações foram tomadas, pois são, forçosamente muito estreitas, quando comparadas às condições em que se encontra a população do objeto deste estudo. Dessa forma, uma abordagem, para sintetização do conhecimento científico, com base em revisão quantitativa da literatura, torna-se importante, ao selecionarem-se estudos, realizados sobre o mesmo fator, tendo o mesmo objeto de avaliação, mas em condições experimentais variadas. Assim, meta-análises

utilizam métodos estatísticos objetivos para sumarização quantitativa do conhecimento, previamente publicado, na literatura (ST-PIERRE, 2007).

Com base nisso, hipotetizou-se que o consumo de matéria seca da dieta de um bovino em pastejo, que é oriunda de forragem, é dependente de fatores inerentes ao animal (peso corporal, gênero, grupo racial), ao suplemento concentrado (quantidade e composição), à própria forragem (qualidade nutricional e disponibilidade) e ao sistema de manejo de uso da forragem que é utilizado (sistema de pastejo). De maneira complementar, hipotetizou-se, também, que a interação entre alguns desses fatores sobre o consumo de matéria seca de pasto poderia ser quantificada, por meio da análise conjunta de experimentos, utilizando ferramentas de meta-análise.

Assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar, por meio de uma avaliação meta-analítica, a influência da composição da forragem, manejo de pastejo, características do animal e da quantidade e tipo de suplementação alimentar sobre o consumo de bovinos de corte criados em sistemas de pastejo em regiões tropicais. Objetivou-se, também, investigar as interações entre método de pastejo, grupo genético, consumo da fração não proteica do suplemento sobre o consumo alimentar de bovinos de corte criados em pastagens tropicais gerando equações que predizem o consumo de matéria seca do pasto e total.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Produção de bovinos em pastagens tropicais**

A produção de bovinos, em áreas tropicais, sofre influência da variação das condições climáticas que, por sua vez, gera flutuação na produção e na qualidade das forrageiras tropicais. Isso influencia, significativamente, a cadeia produtiva da carne, pois essas variações alteram o desempenho animal, o tipo de ganho, rendimento e composição da carcaça, taxa de desfrute e oferta de produto no mercado.

As condições de clima tropical são caracterizadas por altas temperaturas e precipitação nos períodos de primavera e verão (período das águas). No período das águas, as gramíneas de clima tropical (ciclo C4) têm altas taxas de crescimento e devem ser manejadas de modo a não chegarem aos estágios reprodutivo e de amadurecimento. Nessas fases, há o aumento na espessura da parede celular, ocasionando perdas no seu valor nutritivo (PAULINO, 1999). Nas outras estações do ano, outono e inverno (período da seca), as temperaturas noturnas tendem a cair e as chuvas ficam mais escassas. O baixo teor de umidade no solo favorece a diminuição da atividade metabólica das gramíneas, que não se desenvolvem, de maneira satisfatória, ou mesmo cessam seu crescimento (SANTOS et al., 2008).

As condições climáticas são decisivas no planejamento e no uso da pastagem. As alterações, nas características da pastagem, como proteína bruta e FDN, alteram o consumo e, conseqüentemente, o ganho animal. A produtividade animal a pasto é determinada pelo desempenho individual (ganho de peso vivo por cabeça) e taxa de lotação da pastagem (número de animais por unidade de área). Visto que o desempenho animal ocorre, em função do potencial genético, consumo de matéria seca e qualidade da forragem (PAULINO; DETMANN;

ZERVOUDAKIS, 2001), a suplementação estratégica é uma ferramenta que auxilia na obtenção de bom desempenho por área durante todo o ano. Em conjunto com a suplementação, o manejo adequado da pastagem maximiza os ganhos, tornando a atividade lucrativa e competitiva no mercado (EUCLIDES, 2002).

Cabe ressaltar que a bovinocultura de corte em pastejo é uma atividade, extremamente importante, para o Brasil. O rebanho brasileiro tem cerca de 213 milhões de cabeças, que equivalem a 22,5% do rebanho mundial (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2015). Conforme o Anuário da Pecuária Brasileira - ANUALPEC (2015), 80% do rebanho brasileiro é composto de gado Zebu, com estimativa de 150 milhões de cabeças de zebuínos. Estima-se que cerca de 97% dos animais abatidos no país são criados, exclusivamente a pasto e o restante (3%) tem alguma fase de sua vida a pasto (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CONFINADORES - ASSOCON, 2012).

O bom manejo das pastagens é essencial para se obter produção animal satisfatória. O entendimento da interação de três processos os quais compõem o sistema de produção a pasto e o quanto podem ser manipulados se torna ferramenta para o manejo do pasto. O primeiro processo é entre a planta e o meio, resulta no crescimento da forragem (produção), sendo um processo de baixa eficiência, ordem de 3 a 5% que podem ser manipulados. Apesar da adubação, correção do solo entre outros manejos que têm influência, na produção de forragem, a manipulação do crescimento da planta depende de outros fatores não controláveis, como climáticos, por exemplo (HODGSON, 1990). O consumo da forragem pelo animal (utilização) é o segundo processo. Após o animal ser inserido ao sistema, a interação forragem e o animal tem uma eficiência de cerca de 80%. Os fatores que compõem esse sistema são, quase totalmente manipuláveis, o que torna esse processo importante no produto final. Esse processo é o com maior oportunidade de manipulação e de interferência na eficiência final do sistema. Contudo a colheita da forragem faz a junção entre os

recursos abióticos disponibilizados pelo meio e ao animal que vai gerar o produto final (HODGSON, 1990). O último e terceiro processo é o resultante da forragem ingerida pelo animal (conversão), com eficiência de cerca de 15%. O alimento, após ser ingerido pelo animal, ainda, pode ser manipulado, por meio da seleção genética dos animais e da suplementação concentrada, mas os fatores não controláveis são muitos, sendo o motivo da baixa influência no produto final (HODGSON, 1990).

O entendimento desses três processos torna-se, fundamentalmente importante, para o desenvolvimento de sistemas competitivos e sustentáveis. Desequilíbrios nesses estágios, como o consumo além da produção, deixam as plantas com baixas reservas, dificultando a rebrota. Isso causa redução no consumo, pois, com menos massa de forragem, há diminuição no tamanho do bocado (HODGSON, 1990).

Por outro lado, o acúmulo excessivo de forragem exige estrutura de sustentação mais desenvolvida, nas forrageiras tropicais e o alongamento do colmo em busca de luminosidade, diferentemente do que, por exemplo, ocorre nas plantas de clima temperado. Essas estruturas de sustentação deixam a forrageira tropical com o conteúdo fibroso mais elevado (WILSON, 1997), diminuído o conteúdo celular e, conseqüentemente, a quantidade de nutrientes mais facilmente digeríveis pelo animal (BALSALOBRE, 2002). Porém essa característica de acúmulo de conteúdo fibroso, aliada ao acúmulo excessivo de forragem, gera, por vezes, um conceito errôneo de que plantas forrageiras tropicais apresentam baixo valor nutritivo (SANTOS et al., 2007).

O desempenho animal pode ser entendido como reflexo da qualidade da forragem, que é determinada em função do seu consumo de matéria seca e valor nutritivo (REIS et al., 2009). No entanto, o consumo de forragem aparenta ser o fator que melhor explica variações no desempenho animal. Em pastagens com maior disponibilidade de forragem e menor valor nutritivo, o desempenho dos

animais foi superior, quando comparado com o pasto que apresentava maior valor nutritivo, mas menor disponibilidade de forragem (ANDRADE, 2003; REIS et al., 2009). Assim, a baixa oferta de forragem limita o desempenho dos animais, pois limita o consumo de matéria seca (SARMENTO, 2003).

Diante disso, pode-se observar que, em resumo, a produção de bovinos de corte, em condições tropicais ou subtropicais, usando forrageiras adaptadas a essas condições, é, ao mesmo tempo, potencialmente produtiva e bastante peculiar. Há potencial para se ter níveis bastante satisfatórios de produção que, no entanto, dependem do uso da aplicação acurada de tecnologias produtivas, como a suplementação alimentar estratégica, conforme discutido a seguir.

## **2.2 Princípios da suplementação alimentar concentrada para bovinos em pastejo**

A suplementação pode ser definida como o ato de se adicionar os nutrientes, que estão em falta na pastagem disponível, atendendo as exigências nutricionais dos animais em pastejo (REIS et al., 2009). A suplementação estratégica de bovinos possibilita corrigir a deficiência de nutrientes na pastagem, otimizar os nutrientes contidos na forragem, potencializar o ganho de peso individual e por área, diminuir a idade de abate e, por consequência, elevar a produtividade (PIRES, 2010). O objetivo principal do uso da suplementação é maximizar a eficiência do uso dos recursos nutricionais basais disponíveis no sistema. Esses recursos são capazes fornecer nutrientes que possibilitam determinado nível de produção animal, sendo o pasto o principal recurso nutricional basal para a produção bovina em regiões tropicais (PAULINO; DETMAN; VALENTE, 2008).

O recurso basal é complexo, pois há variação na capacidade de fornecimento de substratos para os animais, além de variação quantitativa e

qualitativa, ao longo das estações climáticas do ano e, em função da região, na qual o sistema está inserido. No entanto, a produção animal tem que ser contínua durante o ano e, assim, para compensar essa variabilidade na produção, é sugerida, na maioria das vezes, a adoção de recursos nutricionais suplementares (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010), como suplementos concentrados e misturas minerais (PAULINO; DETMAN; VALENTE, 2008).

Desta forma, há que se considerar as possíveis interações entre os recursos basais e suplementares. O entendimento dessas interações é fundamental, para aumentar a eficiência do uso de forragem e, conseqüentemente, a produtividade (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2008). Porém a suplementação, muitas vezes, é utilizada somente de forma corretiva, para tentar corrigir algum erro no manejo ou o uso inadequado da pastagem. Todavia ela tem que ser pensada, de forma estratégica, a fim de corrigir os eventuais desequilíbrios dos recursos basais (PAULINO et al., 2002).

A formulação do suplemento leva em consideração o pasto como ingrediente base da dieta dos animais, estrutura e disponibilidade. O suplemento complementa os nutrientes, para que sejam atendidas as exigências nutricionais (RESENDE et al., 2013), suprindo os requerimentos dos microrganismos do rúmen, principalmente, no que se refere ao nitrogênio e ao enxofre na seca (POPPI; MCLENNAN, 1995).

O suplemento fornecido aos animais em pastejo afeta o seu comportamento ingestivo, visto que a interação entre consumo do suplemento e consumo de pasto resulta em respostas diferentes. A resposta à suplementação depende de diversos fatores referentes ao tipo e quantidade ingerida do suplemento, morfologia e valor nutritivo da planta forrageira, potencial genético e comportamento do animal (PAULINO et al., 2004).

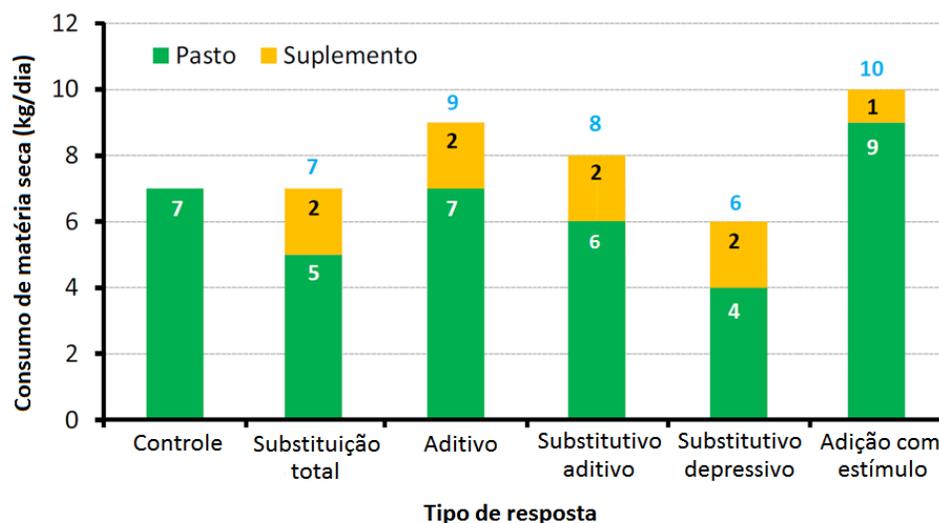
As possíveis interações entre o suplemento e o consumo de forragem, de acordo com Cândido (2009), estão representadas na Figura 1. O efeito

“substituição total” é, quando a ingestão de matéria seca total se mantém, sendo observada diminuição no consumo de matéria seca de forragem, o que indica que o animal trocou o pasto pelo suplemento. O efeito substitutivo obtido com a suplementação é, diretamente proporcional, à qualidade da forragem, sendo maior com forragens de alta qualidade em comparação a forragens de baixa qualidade (MINSON, 1990).

No efeito “aditivo”, ocorre aumento no consumo de matéria seca total pelo aumento no consumo do suplemento e manutenção do consumo de forragem. Quando há o aumento no consumo de matéria seca total, visto que o consumo de suplemento aumenta e o consumo de forragem reduz a interação, é denominada de “substitutivo aditivo”, isto é, a substituição ocorreu em valores inferiores a 1,0 g/g (COSTA et al., 2011a).

O contrário, também, pode ocorrer e a taxa de substituição pode ser maior do que 1, causando o chamado efeito “substitutivo-depressivo”. A taxa com que a substituição ocorre é função, principalmente, da composição do concentrado e valor nutritivo da forragem. O efeito de “adição com estímulo” no consumo total ocorre, quando há o aumento no consumo de forragem, com a adição do suplemento. Esse efeito de adição no consumo total ocorre pela falta de algum nutriente da forrageira, geralmente, a proteína, limitando a digestão e, com isso, seu consumo é restringido. De acordo com Detmann et al. (2014b), o consumo de forragem é maximizado, quando os suprimentos de compostos nitrogenados no rúmen são supridos, o que, geralmente, estimula o aumento do consumo do substrato basal, resultando em aumento no consumo total.

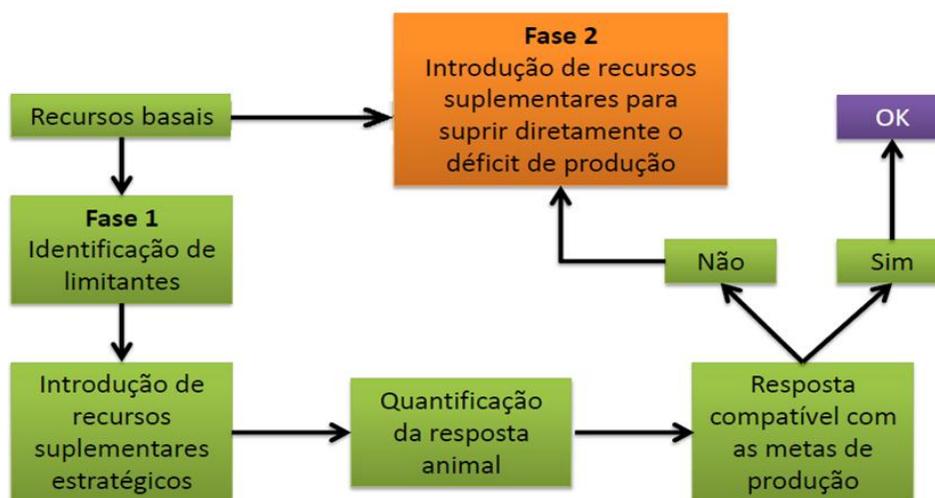
**Figura 1** Efeitos associativos entre o consumo de suplementos e o consumo de forragem.



Fonte: Adaptado de Candido (2009).

Um bom programa de suplementação define suas estratégias de forma a priorizar a utilização dos recursos suplementares, como a hipótese descrita por Detmann, Paulino e Valadares Filho (2010), em duas fases nutricionais. A primeira tem como objetivo o uso dos efeitos interativos, para maximizar o uso do pasto, minimizando os custos. A segunda só pode ser implementada, após a primeira, quando os suplementos atendem as demandas diretas dos animais, de acordo com as metas de produção (Figura 2). A respeito da segunda fase, é importante a união das informações definidas, na primeira fase, auxiliando na definição da estratégia de suplementação. Por esse motivo, ela não deve anteceder a primeira fase, pois somente com a resposta animal, na primeira fase, pode-se fazer um planejamento que vise usar os recursos suplementares de forma racional, que não leve a uma redução no consumo do pasto, inviabilizando a produção mais econômica e que priorize a utilização dos recursos basais (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010).

**Figura 2** Fluxograma teórico de um sistema com a utilização de recursos nutricionais suplementares.



Fonte: Adaptado de Detmann, Paulino e Valadares Filho (2010).

A base, para a exploração racional dos bovinos em pastejo, requer conhecimentos de âmbito nutricional, fisiológico e microbiológico, que são necessários na primeira fase nutricional da suplementação. Nesta fase, são identificadas as principais deficiências, no recurso basal, utilizando o suplemento de forma estratégica, a fim de aproveitar a interação, para obter efeitos positivos. A capacidade potencial do pasto, em ser convertido a produto animal, é representada pela disponibilidade em matéria seca potencialmente digestível (MSpd). A MSpd é a estimativa teórica utilizada como referencial da qualidade do pasto. Para se otimizar o consumo dos recursos basais, busca-se um equilíbrio, no qual se tenta explorar a máxima fração da MSpd (consumo), que fornece a energia ao animal, ponderado para as possíveis restrições no consumo voluntário (digestão), que inclui a degradação ruminal dessa fibra, sendo a falta de proteína limitante para a digestão (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010).

### **2.3 Suplementação em condições de baixa qualidade e disponibilidade de forragem**

Condições de baixa qualidade e disponibilidade de forragem, geralmente, são encontradas, em situações de seca e/ou em condições de erro, no planejamento da forragem, no sentido de ter muita massa com estrutura ruim ou falta de forragem. Durante esse período, geralmente, são observados baixos índices de produção animal, em razão da baixa disponibilidade de forragem aliada à baixa qualidade do material forrageiro. Nessa época, a forragem encontra-se, em avançado estado de lignificação, afetando de forma negativa a sua digestibilidade, baixo teor proteico, menor disponibilidade de folhas verdes e maior proporção de colmo e material morto (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010).

A qualidade da forragem depende de seus constituintes, os quais podem variar dentro de uma espécie, de acordo com a parte da planta, da adubação, da idade da planta, entre outros fatores. A baixa qualidade da forragem está relacionada ao alto conteúdo de fibra, baixa digestibilidade da matéria seca e reduzidos teores de proteína bruta; o consumo pode decair, quando a forragem tiver menos que 6 a 8% de proteína bruta, na MS (VAN SOEST, 1994).

Silva et al. (2009), ao realizarem um trabalho de revisão sobre a utilização da suplementação de animais criados, em pastagens tropicais, no período seco do ano, verificaram que, neste período, essas gramíneas apresentam teor proteico inferior a 7% PB, sendo o valor mínimo de PB, para que os microrganismos ruminais tenham condições ideais de crescimento e desenvolvimento e, assim, possam utilizar os substratos energéticos fibrosos da forragem ingerida (MINSON, 1990). Em sua revisão de literatura, o valor médio de PB do pasto foi de 5,59% PB (variando de 2,33 à 8,97% PB) e com os animais com ganhos de 180 g/dia para o período seco (SILVA et al., 2009).

Com uma forragem de pior qualidade e seu valor nutritivo limitado, o consumo assume um importante papel no desempenho animal (REIS; BARBERO; KOSCHECK, 2014). A ingestão da pastagem de baixa qualidade causa um efeito de enchimento ruminal pela fração fibrosa insolúvel, ocupando o espaço no ambiente ruminal (ALLEN, 2001), e a capacidade da microflora, em degradar e fermentar os polissacarídeos da forragem, determina a energia extraída e a taxa de passagem (REIS; BARBERO; KOSCHECK, 2014). Portanto, nesta fase, se não houver uma suplementação na dieta dos animais, com a finalidade de suprir os nutrientes, em falta na forragem, os animais perdem peso (REIS et al., 2009), visto que o pasto possui deficiências de vários minerais, compostos nitrogenados e energia (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010).

Em pastos de baixa qualidade, mesmo havendo disponibilidade de MS<sub>pd</sub>, a proteína é o composto que limita o desempenho animal. Deste modo, uma suplementação que adeque os níveis de nitrogênio (N) na dieta reflete em uma maior eficiência de degradação da fração fibrosa (REIS et al., 2009). A deficiência em N limita o crescimento microbiano, pela alta relação carbono: nitrogênio, refletindo em menor síntese microbiana por falta de compostos nitrogenados (DETMANN et al., 2009).

A síntese microbiana reduzida implica baixa utilização da parede celular potencialmente degradável pelos microrganismos ruminais e resulta em quedas no consumo e desempenho (PAULINO; DETMAN; VALENTE, 2008). Deficiência que é caracterizada pela baixa disponibilidade de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR) (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010). Contudo a suplementação na seca requer disponibilidade de forragem, que é feita com diferimento das pastagens e essa suplementação não tem o objetivo de suprir a falta de forragem, mas de corrigir as deficiências de nutrientes (RESENDE et al., 2009).

Para que se tenha forragem, nessa época de falta de chuva, o diferimento das pastagens, na época das águas, é a alternativa mais viável e barata. O diferimento nada mais é do que a vedação de uma área da pastagem, para ser utilizada no período seco do ano, permitindo o acúmulo e conservação da forragem. Mas um diferimento mal feito pode levar a um acúmulo de material morto e colmos lignificados, diminuindo a matéria seca potencialmente digestível (PAULINO et al., 2004).

A disponibilidade de forragem é de extrema importância na seca, com cerca de 2.500 e 3.000 kg de MS/ha, para que não limite o consumo do animal (ANDRADE; ALCALDE, 1995). No entanto, nessa época, os animais selecionam, principalmente, as lâminas foliares e não se deve apenas determinar a oferta de forragem, analisando a MS, mas também observar a MS de lâmina foliar (MARASCHIN, 2000). A estrutura do dossel forrageiro é outro fator importante a ser analisado, pois se esse dossel tem uma estrutura que dificulte a apreensão de forragem pelo animal, vai influenciar em bocados mais leves, que resultam em menor consumo de forragem.

A escolha da espécie forrageira é fundamental para que se obtenha sucesso no diferimento. A espécie a ser escolhida deve ter boa aceitabilidade pelo animal, estruturas favoráveis ao pastoreio e perder lentamente o seu valor nutritivo (RESENDE et al., 2009), sendo as mais recomendadas gramíneas dos gêneros *Brachiaria* (*B. decumbens* e *B. brizanta*) e *Cynodon* (Coast Cross, Estrela e Tifton). Já as gramíneas de crescimento cespitoso, tais como as dos gêneros *Panicum*, *Pennisetum* e *Andropogon*, não são indicadas, pois tendem a acumular maiores proporções de caule, que são de baixo valor nutritivo, de difícil consumo pelos animais e baixa relação folha:caule (EUCLIDES, 2001).

A suplementação estratégica com proteína resulta em dois efeitos positivos para o animal: o fornecimento de compostos nitrogenados, que vai

suprir a demanda dos microrganismos, favorecendo um crescimento microbiano adequado e aumenta a digestão da fibra (DETMANN et al., 2014a).

A suplementação estratégica com proteína pode ser exemplificada por resultados obtidos por Souza et al. (2010), que suplementaram bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade (5,16% de PB) com compostos nitrogenados (ureia, sulfato de amônia e albumina) e/ou carboidratos não fibrosos (amido). Esses autores verificaram que a suplementação com compostos nitrogenados aumentou o consumo de forragem, visto que a utilização isolada de compostos energéticos reduziu o consumo de forragem. Embora o suplemento nitrogenado tivesse pouca energia, incrementou em 56,6% o nível de nutrientes digestíveis totais (NDT) da dieta. Por outro lado, embora possuindo digestibilidade, praticamente igual a 100%, o fornecimento de amido não foi capaz de elevar o NDT dietético, reflexo direto de seu efeito negativo sobre o consumo da forragem (SOUZA et al., 2010).

A meta principal com a suplementação em forragens de baixa qualidade é de incrementar o consumo da forrageira, otimizando a disponibilidade de nutrientes para o animal, a partir da fermentação ruminal (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010) e atender a demanda dos microrganismos, para que seu crescimento não seja limitado e eles possam extrair quantidades satisfatórias de energia, a partir dos carboidratos fibrosos (DETMANN et al., 2009). Esse atendimento das necessidades dos microrganismos em compostos nitrogenados é realizado com uma concentração mínima de 8 mg NAR/dL de fluido ruminal, em condições de pastos tropicais na seca (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010).

## **2.4 Suplementação em condições de alta qualidade e disponibilidade de forragem**

Na época de alta disponibilidade e qualidade da forragem (normalmente época das águas em boa parte do Brasil), as plantas forrageiras tropicais encontram um ambiente propício para o seu desenvolvimento, resultando em um alto valor nutritivo, que permite aos animais apresentarem melhores resultados produtivos (REIS et al., 2009). Portanto um ponto que deve ser considerado é a oferta de forragem, para se que atenda à necessidade do animal e, também, para que não se subestime seu uso. Há diversas alternativas de manejar a pastagem, como a pressão de pastejo, oferta de forragem, altura do pasto, massa de forragem residual, índice de área foliar (IAF) residual. Independentemente do método utilizado para o manejo, é importante ressaltar que esses critérios precisam ser analisados, constantemente, porque as interações entre animal e pastagem são dinâmicas e os ajustes devem acontecer, para que seja maximizado o uso da forrageira e o desempenho animal (REIS; BARBERO; KOSCHECK, 2014).

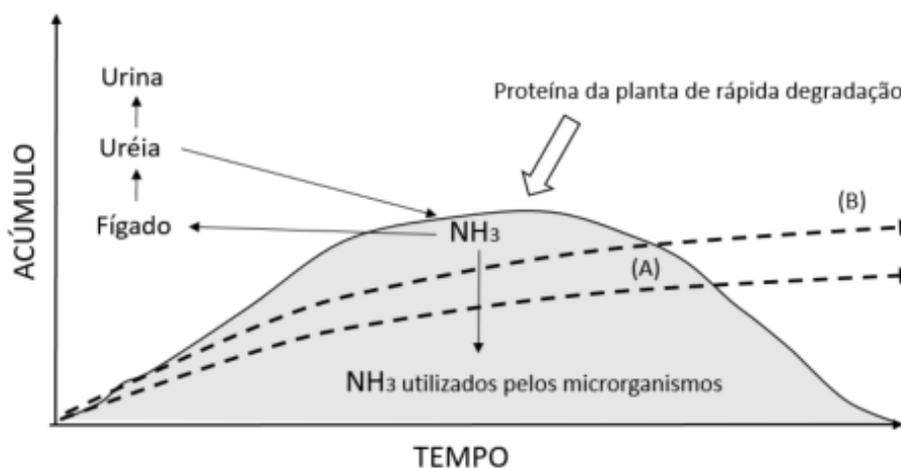
A suplementação com alimentos concentrados, no período das águas, é uma ferramenta no manejo da pastagem, proporcionando um maior consumo de nutrientes, maior utilização da forragem disponível e uma elevação no desempenho animal. A suplementação possibilita, também, um acréscimo na taxa de lotação, sem prejuízos no ganho individual, mas aumentando o ganho por área. Essa interação entre suplemento e pasto, no período das águas, é diferente da interação que ocorre, na época da seca, pois com maior qualidade e quantidade de forragem, permite aos animais em pastejo um melhor desempenho (REIS; BARBERO; KOSCHECK, 2014).

Nesta época, o perfil químico da proteína bruta disponível, nas pastagens tropicais, revela altas proporções de compostos nitrogenados não proteicos e de compostos nitrogenados associados à fibra insolúvel, em detergente neutro, nas

frações B3 e C. Esse quadro pode conduzir a um desequilíbrio metabólico, em razão da proteína metabolizável/energia metabolizável (Figura 3), mesmo proporcionando ganhos aparentes adequados aos animais, não permite utilização máxima do substrato basal, demandando a suplementação estratégica com os nutrientes limitantes (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010).

No planejamento do suplemento, além dos requerimentos nutricionais, há necessidade da sincronia, na liberação da energia e fontes de nitrogênio (N), a serem utilizados pelos microrganismos ruminais (DAVIES et al., 2005). O sincronismo entre a disponibilidade dos substratos nitrogenados (nitrogênio não proteico (NNP) ou proteína) no rúmen não ocorre de forma simultânea com a energia disponível, para o crescimento microbiano (Figura 3, situação A), ocorrendo uma baixa eficiência, na incorporação do N, em proteína microbiana (PM). Com um maior sincronismo entre a disponibilidade de N e energia (Figura 3, situação B), a utilização do N pelos microrganismos ruminais é maximizada, com menores perdas de amônia, sendo o modelo proposto. Em síntese, não adianta um pico de N, se não houver energia, para os microrganismos se multiplicarem; o suplemento deve ser formulado, levando em conta as características da forrageira, que será ofertada para o animal (RESENDE et al., 2013).

**Figura 3** Representação esquemática do desajuste dos principais eventos no rúmen. (A) não há sincronismo na utilização do  $\text{NH}_3$  com a energia disponível. (B) há sincronismo na utilização do  $\text{NH}_3$ .



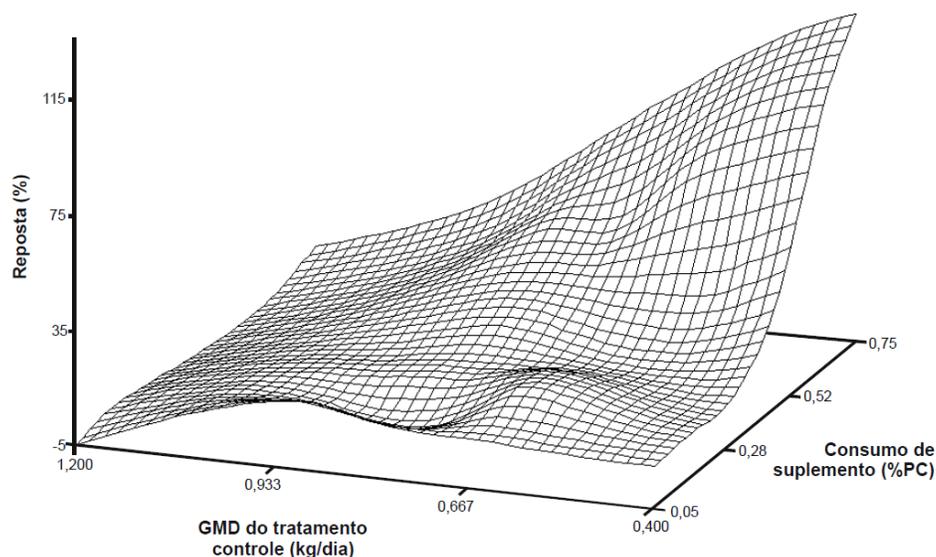
Fonte: Adaptado de Davies (2005).

A suplementação energética, no período das águas, poderia melhorar a utilização da proteína do pasto, pois essa proteína apresenta elevada degradação ruminal (Figura 3), aumentando, dessa forma, a utilização desse  $\text{NH}_3$  pelos microrganismos ruminais, favorecendo um maior crescimento microbiano e, conseqüentemente, permitindo que mais proteína microbiana chegue no intestino (REIS et al., 2009). No entanto a suplementação com proteína, também, é interessante, nesta época, quando se pensa em maximizar os ganhos, pois, mesmo com as pastagens oferecendo um adequado teor de proteína, maior parte vai para a síntese de microrganismos ruminais. Visto que a proteína microbiana resultante não é suficiente, para atender a demanda dos aminoácidos limitantes, isso resulta em limitação no desempenho dos animais (POPPI; MCLENNAN, 1995).

Para avaliar essas interações, Silveira e Gionbelli (2009) fizeram uma revisão sistemática da literatura, para verificar a resposta da suplementação, no período das águas no ganho de peso, analisando a resposta à suplementação em

função do consumo de suplemento comparando com os ganhos de animais não suplementados (Figura 4). Pode-se notar que níveis baixos de suplementos não apresentam grandes respostas pelo fato do incremento de proteína e energia serem baixos e que as repostas dos suplementos vão diminuindo, de acordo com o aumento no ganho de peso do tratamento controle, por uma maior influência do consumo e qualidade da dieta basal. Os melhores resultados com a suplementação ocorrem, quando o ganho de peso do grupo controle é menor e o nível de suplementação é alto, possivelmente, por um acréscimo de nutrientes a esses animais e aumentando o aproveitamento da forragem.

**Figura 4** Respostas à suplementação (%), em função do ganho de peso do tratamento controle.



Fonte: Adaptado de Silveira e Gionbelli (2009).

A suplementação com alimentos concentrados, no período de alta disponibilidade e qualidade de forragem, é uma ferramenta no manejo das pastagens, que, também, auxilia na potencialização do desenvolvimento animal,

podendo não alterar o consumo de forragem ou induzindo um efeito substitutivo aditivo, com a redução do consumo de forragem e aumento no consumo de nutrientes (REIS; BARBERO; KOSCHECK, 2014).

## **2.5 Inter-relações entre planta × animal × suplemento × manejo de pastejo afetando o consumo de matéria seca de pasto**

### **2.5.1 Fator planta**

O estudo das características estruturais da pastagem é de suma importância, para melhor compreensão do complexo planta-animal, uma vez que o processo de pastejo é influenciado pela estrutura do pasto, principalmente, em pastagens tropicais. O animal possui preferência e aversão a determinadas espécies de plantas e componentes da planta e, assim, a estrutura do dossel tem influência sobre o processo de desfolha (CARVALHO et al., 2001).

Uma mesma massa de forragem pode apresentar diferença, na estrutura do pasto, ou seja, a maneira como estão distribuídos os componentes da planta, no horizonte vertical do dossel, que caracteriza esse ambiente como heterogêneo (CARVALHO et al., 2001). Deve-se ressaltar que mais importante do que a porcentagem de folhas é a maneira como ela se apresenta ao animal nos estratos pastejáveis (SOLLENBERGER; BURNS, 2001).

A maneira como estão distribuídas as partes da planta (folhas, colmos e material morto), dentro de uma estrutura vertical, nos estratos disponíveis ao pastejo, determina o quanto nutritiva é a pastagem, pois os níveis de proteína bruta diminuem do topo até a base planta, principalmente, pela relação folha-colmo, como também pelo acúmulo de material morto. A relação folha-colmo é barreira para apreensão e consumo de forragem pelos ruminantes, mesmo quando há alta disponibilidade de matéria seca (SOLLENBERGER; BURNS, 2001). A revisão

feita por Maggioni et al. (2009) reforça a importância da seletividade dos ruminantes e do esforço que o animal faz para maximizar a proporção de folhas na sua dieta. Mesmo quando a porcentagem de material morto for muito alta, em relação a lâminas foliares, os ruminantes são capazes de compor sua dieta com mais de 80% de folhas (MAGGIONI et al., 2009).

Em trabalho realizado por Santos et al. (2011), com *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, conforme elevação da altura da forrageira, havia incremento linear na desfolhação. Com o aumento da altura de 10 para 40 cm, eles observaram o incremento por volta de 70% na desfolhação, altura de 40 cm quando comparada com 10 cm. Os autores concluíram que o número reduzido de lâminas foliares desfolhadas, em relação à altura, possa ser em decorrência da adaptação morfológica dos perfilhos às condições de desfolhação vigentes, nesses locais do pasto, ou seja, perfilhos de plantas mais baixas, sob desfolhação mais intensa e frequente, apresentaram menores pseudocolmos e lâminas foliares. Ainda inferiram que as plantas com maior altura tiveram suas folhas mais susceptíveis à desfolhação, quando os bovinos realizaram o pastejo nesses locais do pasto.

### **2.5.2 Fator animal**

O peso corporal (PC) é um fator determinante no consumo de matéria seca de bovinos. Galyean e Hubbert (1992) observaram que o PC inicial representou 59,8% da variação do CMS, em dietas com concentrações de energia líquida de manutenção, que variaram de 1 a 2,4 Mcal / kg MS. Em uma ampla discussão sobre modelos de predição de CMS, Pittroff e Kothmann (2001) avaliaram 12 diferentes equações e independente do seu grau de complexidade e sofisticação matemática, 10 delas levaram em consideração o

peso corporal, denotando a grande importância da inclusão dessa variável nas equações de predição do CMS.

Segundo o National Research Council - NRC (1987), a seleção genética para desempenho produziu animais com maior potencial de CMS e sugeriu que fatores de ajuste na predição do CMS sejam realizados. O National Research Council - NRC (2000), no seu modelo de predição de CMS, adotou os ajustes para raça propostos por Fox, Sniffen e O'connor (1988). Eles propuseram que a predição de CMS deve ser aumentada em 8% para raça Holandesa e 4% para animais cruzados das raças Holandesa e britânicas. O NRC (2000) não sugere alteração no CMS para raças zebuínas.

### **2.5.3 Fator suplemento**

A natureza do suplemento (energético, proteico ou proteico/energético) está relacionada com o tipo de resposta/interação do animal com o consumo de forragem e com a relação proteína: energia (P:E) na dieta. A razão entre a P:E, na dieta dos animais, constitui a ferramenta mais plausível, para a compreensão dos efeitos metabólicos que a proteína apresenta sobre o consumo e, mais importante que o teor proteico da dieta, é o equilíbrio existente entre a proteína e energia na dieta (DETMANN et al., 2014c). Alterações na razão P:E na dieta de animais suplementados a pasto têm sido associadas a alterações e interações que ocorrem no consumo voluntário (COSTA et al., 2011b).

A forma, para melhor entendimento na razão P:E, é a razão entre o teor de PB e de matéria orgânica digestível (MOD) ou de nutrientes digestíveis totais (NDT) da dieta (DETMANN et al., 2014c). Detmann et al. (2014a), em compilação e avaliação estatística de dados de diferentes experimentos desenvolvidos, no Brasil, encontraram que o valor ótimo em condições brasileiras é de 288 g PB/kg MOD. Em abordagem de Poppi e McLennan

(1995), ao revisar estudos realizados na Austrália, a relação P:E é de 210 g PB/kg MOD, valor inferior ao encontrado em regiões brasileiras. Contudo as respostas à suplementação concentrada, também, são dependentes da forragem utilizada e da estrutura da parede celular, além do teor de PB da forragem (BOHNERT et al., 2011), fatores que poderiam explicar a diferença entre as relações P:E ótimas estabelecidas na Austrália e no Brasil.

O aumento da quantidade de suplemento concentrado, na dieta de bovinos em pastejo, pode levar a uma redução acentuada do pH ruminal e, conseqüentemente, alteração da microbiota ruminal, principalmente, em decorrência de maior quantidade de carboidratos solúveis. Nesse caso, ocorre o aumento da população microrganismos amilolíticos, com concomitante redução na população de bactérias celulolíticas, gerando prejuízos à digestibilidade, principalmente, da fração fibrosa da dieta (VALADARES FILHO et al., 2010).

Em trabalho de Silva et al. (2010), avaliando o comportamento ingestivo diurno de novilhos da raça Nelore, houve redução linear no tempo pastejo ao elevar os níveis de suplementação na dieta dos animais de zero para 0,3; 0,6 e 0,9% do peso corporal. O tempo por período em pastejo passou de 72,4 minutos (sem suplementação) a 42,5 minutos ao nível de 0,9% do peso corporal. Com o menor tempo gasto com o pastejo, também, houve diminuição do consumo de forragem, em razão do efeito substitutivo total (SILVA et al., 2010).

Em resultados de Zinn e Garces (2006) os autores salientaram existir redução, no consumo de forragem e no tempo de pastejo, a partir de 0,3% PC, tornando-se essa redução mais acentuada, quando a oferta de suplemento é de 0,8% do peso corporal. Mendes (2013), em trabalho com bovinos, em fase de terminação, ao fornecer suplementos proteicos em níveis crescentes (0,2; 0,4; 0,6; e 0,8% PC) formulados com redução no conteúdo de proteína bruta (50; 25; 16,6; 12,5% de PB), respectivamente, observou redução no consumo de matéria seca oriunda da forragem, bem como redução no tempo que os animais

permaneceram pastejando e ruminando, com aumento no tempo destinado ao ócio, com o aumento dos níveis de suplementação.

#### **2.5.4 Fator manejo**

O animal pasteja em busca de uma alimentação que lhe garanta capacidade de sobreviver e de reproduzir, sendo o padrão de seleção e de colheita do pasto distinto e dependente dos objetivos e grau de importância, podendo, portanto ser dividido, conforme suas decisões, em uma escala espaço tempo (CARVALHO; SANTOS; NEVES, 2007). O consumo de forragem está, em função do número de bocados, realizados nas refeições e do acúmulo de forragem consumida, ao longo do tempo. Uma vez que o bocado é visto como o centro e o mais importante elemento, no processo de pastejo, então, a maximização do bocado será responsável pelo incremento significativo do consumo de forragem e, conseqüentemente, do desempenho dos animais (CARVALHO; SANTOS; NEVES, 2007). Carvalho et al. (2001) relatam a importância do tempo de pastejo, no processo de apreensão de forragem e do conceito de velocidade de ingestão, ressaltando, ainda, a importância do manejo adequado das pastagens para melhor eficiência de apreensão e colheita do pasto.

Os bovinos apresentam maior preferência por pastos mais altos a fim de potencializar a profundidade e a massa do bocado (CARVALHO et al., 2001). No entanto, em algumas situações, a maior altura do pasto representa a maior proporção de tecidos lignificados, diminuindo a qualidade do estrato pastejável, tornando-se barreira para apreensão do bocado em pastagens tropicais (SOLLENBERGER; BURNS, 2001). À medida que a massa de bocado aumenta, maior quantidade de biomassa é colhida, ocorrendo um aumento, no processo de mastigação e manipulação do alimento e, conseqüentemente, a taxa de bocado será menor (HODGSON, 1990).

Em situações, nas quais a estrutura do dossel está comprometida, havendo pouca disponibilidade de pasto, o animal aumenta a taxa de bocado como um mecanismo compensatório à menor massa, a fim de manter o consumo de forragem teoricamente constante. Carvalho, Santos e Neves (2007) afirmam que, quando a taxa de bocados é elevada, a possibilidade de limitação de ingestão e desconforto em pastejo é concreta, indicando que, dificilmente, os animais atingirão o nível de saciedade. Por outro lado, quando o animal é exposto a uma condição de pasto, na qual ele possa expressar sua seletividade e, assim, priorizar bocados mais profundos, para obter uma maior massa de bocado, conseqüentemente, terá uma taxa de consumo maior.

Em trabalho, avaliando o comportamento alimentar e desempenho de novilhas em pastagem tropical, Oliveira Neto et al. (2013) observaram que as modificações, na estrutura da pastagem, resultaram na diminuição do consumo de forragem pelas novilhas, com maior consumo, na fase vegetativa da planta, quando comparado com a fase de florescimento, modificando seus mecanismos comportamentais frente ao pasto. Decréscimos no CMS do pasto, normalmente, são observados, quando os animais são suplementados acima de 0,3% do peso corporal, na dieta de bovinos em pastejo, caracterizando o efeito substitutivo total. Ao suplementar a dieta de animais em pastejo com níveis de suplementos concentrados de até 0,3%PC, normalmente, ocorre um incremento no consumo de forragem, principalmente, se a forragem apresentar baixo teor proteico, caracterizando, assim, um efeito de adição com estímulo (SILVA et al., 2009).

Com a diminuição do consumo de matéria seca oriunda da forragem, alterações nas atividades comportamentais são, claramente observadas, tais como redução no tempo destinado ao pastejo, alteração nas atividades de ruminação e aumento no tempo em que os animais permanecem em ócio. As variáveis relacionadas ao bocado, em animais em pastejo, tais como tempo,

profundidade e taxa, são altamente relacionadas a características da pastagem (CARVALHO et al., 2001).

Em estudo de Barbero et al. (2012), ao avaliarem o comportamento ingestivo de animais em pastagens de capim Tanzânia, no método de lotação contínuo, com diferentes ofertas de forragem (20, 40, 60 e 80 cm de altura), observaram alterações nas atividades de bocado. Os autores assinalaram que a taxa de bocado aumentou à medida que a oferta de forragem aumenta. O tempo de pastejo e a procura pela forragem aumentaram com a redução da altura do dossel, na tentativa de compensar a menor oferta e manter o consumo diário. Em diferentes ofertas de forragem, o efeito da estrutura e da qualidade do pasto influenciam no comportamento de pastejo (BARBERO et al., 2012). Assim, em situações de baixa oferta de forragem, em pastejo contínuo, os animais aumentam a atividade de colheita, diminuindo a busca por alimento e a duração de cada refeição (MEZZALIRA et al., 2012).

No método de lotação rotacionado, no início do processo de rebrotação, após o período de ocupação, o processo predominante é o acúmulo de folhas. A partir do momento em a interceptação luminosa (IL) do dossel atinge 95% da luz incidente, ocorre redução da taxa de acúmulo de folhas e aumento expressivo na taxa de acúmulo de colmos e de material senescente (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007). A prorrogação do período de rebrotação, além da condição de 95% de interceptação de luz, resulta em aumento da massa de forragem dos pastos, porém com redução da proporção de folhas e aumento da proporção de colmos e de material morto. Por outro lado, períodos de descanso muito curtos reduzem a produção de forragem e, conseqüentemente, a produção animal (BARBOSA et al., 2007).

Em tese de Gimenes (2010), ao avaliar diferentes estratégias de manejo, no método de pastejo rotacionado em capim marandu, observou que, na entrada dos animais no pasto, com base em 95% de IL (que representou 25 cm de altura

do dossel), quando comparado com a entrada dos animais, considerando 100% de IL (35 cm de altura do dossel), no dossel com 95% de IL, o ganho de peso foi maior (0,629 e 0,511 kg/animal/dia), maior lotação animal (3,13 e 2,85 UA/ha) e maior produção de carne por área (886 e 674 kg/ha). Esses resultados refletem o quanto a estrutura da forrageira influencia no consumo e desempenho dos animais.

No método de pastejo rotacionado, a altura de resíduo da forragem é um fator a ser observado. No rebaixamento da pastagem, ocorrem mudanças estruturais que limitam o consumo de forragem pelo animal. No início da ocupação do piquete, há mais lâminas foliares, estimulando o consumo pelos animais. À medida que o período de ocupação vai aumentando e com o rebaixamento, a participação das lâminas foliares diminui, aumentando a participação de colmos, dificultando o consumo pelo animal. Em trabalho de Fonseca et al. (2012), em que foram avaliadas diferentes alturas de entrada (30, 40, 50, 60, 70 e 80 cm) do sorgo forrageiro, observou-se que rebaixamentos superiores a 40% da altura inicial foram responsáveis por redução drástica, na taxa de ingestão de forragem por bovinos, em pastejo rotativo, pois a participação dos colmos aumentou, estabelecendo maior dificuldade de colheita (FONSECA et al., 2012).

Em método de lotação contínuo, Costa, V. G. et al. (2011) avaliaram o comportamento ingestivo e o consumo de forragem por novilhas de corte, em pastagens de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leke) e papuã (*Urochloa plantaginea*), com o objetivo de avaliar forrageiras com diferentes estruturas e possíveis barreiras que cada espécie oferece ao pastejo. Observaram que não houve correlação entre as variáveis do pasto e o tempo de pastejo, ruminação e ócio e, também, não houve diferença no CMSp.

Já, em trabalho com objetivo de avaliar diferentes estruturas de uma mesma forrageira, o consumo de forragem de novilhas de corte foi mensurado, em pastejo de milheto manejado sob diferentes massas (600 e 1000kg/ha de

MS), Montagner et al. (2011) observaram que as novilhas modificaram seu comportamento ingestivo em decorrência da estrutura do pasto. Não houve diferença no consumo de forragem, no entanto as novilhas mantidas, em massa de lâminas foliares de 1000 kg/ha de MS, realizaram bocados mais pesados e apresentaram menor taxa de bocado quando comparado às mantidas na massa de lâminas foliares de 600 kg/ha de MS, mostrando as adaptações comportamentais dos animais às diferentes estruturas.

Avaliando o desempenho animal e comportamento alimentar de bovinos, em pastos de capim marandu e xaraés, submetidos a três intensidades de pastejo (15, 30 e 45 cm de altura do dossel), em método de lotação contínua, a taxa de bocado foi maior na altura de 15 cm, quando comparado com o pasto de 25 cm; o tempo de pastejo não diferiu entre os tratamentos. O ganho médio diário foi maior à medida que a intensidade de pastejo diminuiu, o que pode estar relacionado às maiores variações na estrutura do dossel forrageiro (FLORES et al., 2008).

Em trabalho de Paula et al. (2012) com capim marandu manejado em diferentes alturas (15, 30 e 45 cm) sob lotação contínua, não houve diferenças estatísticas para o GMD, mas o ganho por área foi maior nos pastos manejados a 15 e 30 cm. Para os pastos manejados a 15 cm, o valor nutritivo foi maior, pois, com menor oferta de forragem, o CMSp foi menor, quando comparado com as outras alturas. Neste estudo, fica evidenciado como a melhor qualidade da forragem e, em determinadas situações, pode manter o GMD mesmo com limitação no CMSp (PAULA et al., 2012).

## **2.6 Meta-análise**

Há um grande número de estudos que tratam da suplementação em bovinos de corte em pastejo. Os estudos avaliam situações específicas e

regionais, não gerando um conhecimento abrangente que possa ser replicado no campo. Esse elevado número de trabalhos pode dificultar sua contextualização, levando a uma interpretação equivocada dos dados (LOVATTO et al., 2007). Com resultados de um único experimento, não se pode fazer uma inferência conclusiva do assunto. Os resultados refletem suas condições experimentais e, mesmo que suas metodologias permitam que seus resultados sejam extrapolados para a população, faz-se necessário outros estudos semelhantes para comprovação (SAUVANT; SCHMIDELY; DAUDIN, 2005). Portanto há necessidade de sintetizar os resultados desses trabalhos relacionados à bovinocultura de corte em pastejo para obter um melhor entendimento.

Usualmente o método utilizado para isso, são as revisões de literatura, ao estilo tradicional, avaliando os trabalhos de forma qualitativa, sendo a subjetividade uma limitação desse método (ST-PIERRE, 2001), no qual o autor tem grande influência no processo, com critérios mal definidos, para inclusão dos trabalhos, e outros autores podem chegar a conclusões diferentes com o mesmo banco de dados, pois os dados são avaliados de forma interpretativa, não trazendo ao leitor um dado conclusivo (ST-PIERRE, 2007). No agrupamento de dados, não se considera a realização de análise estatística e, quando há, os testes aplicados não são adequados para o tipo de dados com que se trabalha. Os testes usados são dependentes do tamanho da amostra, e os resultados não significativos não têm relevância na interpretação dos dados (LOVATTO et al., 2007).

Diante disso, a meta-análise definida por Glass (1976) consiste em uma análise estatística que reúne uma grande quantidade de resultados de estudos individuais, com o propósito de integrar esses resultados, utilizando métodos estatísticos, para combinar ou comparar os resultados de estudos distintos, mas relacionados (SAUVANT et al., 2008). A meta-análise usa, objetivamente, um método científico, com base na estatística, para resumir e quantificar conhecimentos adquiridos em pesquisas publicadas anteriormente (ST-PIERRE,

2007) e, assim, possibilita uma estimativa imparcial do efeito do tratamento, aumentando a precisão. Os estudos individualizados produzem efeitos conflitantes, o que dificulta a associação com abordagens mais sistêmicas (LOVATTO et al., 2007).

A identificação das fontes de variação, considerando a análise da heterogeneidade no grupo estudado e generalização de respostas, pode conduzir a tratamentos mais eficazes, permitindo uma resposta mais global do efeito, sendo o exame de heterogeneidade um dos pontos mais importantes de uma meta-análise (LEAN et al., 2009). Um dos objetivos de uma meta-análise é verificar se existe um efeito. Em existindo, verifica-se se o efeito é positivo ou negativo, para obter uma única estimativa do efeito. Os resultados de uma meta-análise podem melhorar a precisão do efeito das estimativas, responder perguntas que não faziam parte dos estudos originais, diminuir controvérsias decorrentes de estudos, aparentemente conflitantes e gerar novas hipóteses, sendo o exame da heterogeneidade vital para o desenvolvimento das novas pesquisas (LEAN et al., 2009).

A meta-análise é um subconjunto de uma revisão sistemática. A revisão sistemática é uma revisão planejada com o objetivo de responder uma pergunta específica, utilizando métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos e, para subsequente fase de coleta e análise dos dados dos estudos incluídos na revisão (CASTRO, 2001). As principais características de uma revisão sistemática são: definir claramente seus objetivos, a partir de critérios de elegibilidade dos estudos pré-definidos, uma metodologia que possa ser reproduzida, uma busca sistemática para identificar todos os estudos que satisfazem os critérios de elegibilidade, uma avaliação da validade das conclusões dos estudos incluídos (por exemplo, por meio da avaliação do risco de viés) e uma apresentação sistemática e sintética dos atributos e resultados dos estudos utilizados (LEAN et al., 2009).

Os trabalhos reunidos em uma meta-análise são variados, em relação a critérios como o número de animais, delineamento experimental e variação residual (desvio padrão), após o tratamento estatístico, sendo necessário considerar essa diversidade no momento da análise (LOVATTO et al., 2007). A ponderação analítica é indispensável, quando se realiza a união de experimentos independentes, para que haja uma integração entre as diferentes condições (HALL, 2007).

Outro benefício da meta-análise é que as conclusões devem ter uma validade externa maior do que qualquer estudo único, sendo mais provável que suas respostas sejam refletidas no campo. Estudos menores, geralmente, têm menos validade externa, quando comparados a estudos mais amplos, pois seus resultados tendem a ser direcionados, para a população em estudo e deve-se ser cauteloso ao extrapolar seus achados para fora da população. No entanto, nos estudos menores, os fatores são controlados, rigorosamente, obtendo dados confiáveis que refletem os efeitos dos tratamentos estudados, desde que bem conduzidos. Já os estudos maiores são mais propensos a erros experimentais, como de medição de uma variável, portanto tem validade interna mais baixa que estudos menores. Na análise estatística, a ponderação analítica dos estudos reflete as diferenças dos valores dos dados fornecidos a qual vai refletir tanto no tamanho do estudo como na variância dos parâmetros (LEAN et al., 2009).

Uma meta-análise é caracterizada pela busca minuciosa de trabalhos na literatura, com uma definição clara das hipóteses a serem investigadas. Um fato importante, na coleta de dados, é a obtenção de todos os estudos pertinentes, porque a perda de alguns pode levar à polarização da meta-análise. A busca de informações é mais comum, em bases de dados como os indexadores de artigos, mas a busca, em anais de congresso, teses e resumos, também, é de grande importância para que se consiga o maior número de trabalhos sobre o assunto. Um cuidado que deve ser tomado, nesses casos, é com a duplicidade dos dados,

tendo a cautela de averiguar se o dado da tese ou resumo não foi publicado em um artigo. O cruzamento de referências, citações em artigos de revisão e a comunicação entre os cientistas da área são outros métodos que proporcionam uma pesquisa mais abrangente (LEAN et al., 2009; SAUVANT et al., 2008).

Os estudos de meta-análise têm a intenção de encontrar e avaliar todos os estudos que satisfazem o critério de inclusão, mas nem sempre é possível se obter esses trabalhos. Uma preocupação é com a não obtenção de trabalhos que obtiveram resultados negativos, pois eles tendem a não serem publicados. Este fato é preocupante, porque os estudos com resultados positivos e significativos são mais propensos a serem publicados. Os trabalhos que produzem resultados negativos são oriundos de pequenos estudos, havendo, assim, uma relutância na publicação dos dados (LEAN et al., 2009). A seleção dos dados, para compor a meta-análise, podem estar influenciados pelo viés de publicação, que se resume na tendência de os resultados publicados estarem, sistematicamente, diferentes da realidade (PEREIRA; GALVÃO, 2014).

A não obtenção desses trabalhos pode levar a uma tendenciosidade dos dados. Como um exemplo hipotético, em um foram realizados 1000 trabalhos sobre o efeito do “componente X”, na dieta de atletas, visando à melhoria no desempenho. Dentre os 1000 trabalhos, em 600 não se encontrou efeito do “componente X” e, entre eles, 100 foram publicados em revistas, 150 em anais e 350 não foram publicados. Dos 400, nos quais houve o efeito do “componente X”, 300 foram publicados em revistas, 80 em anais e 20 não foram publicados. Em síntese, o “componente X” teve sucesso ou houve efeito em apenas 40% dos trabalhos. Quando o pesquisador vai à literatura para a coleta dos trabalhos publicados, esse resultado é diferente. Se sua busca for, com base apenas nos trabalhos em revistas, conseguindo levantar 80% dos artigos, ele constata que, em 80 trabalhos, não houve efeito e, em 240, houve efeito, não relatando o real efeito dos tratamentos. Se o pesquisador busca, além dos trabalhos publicados

em revistas, incluir, em seu levantamento, os publicados em anais e conseguir levantar 80% dos trabalhos, demonstrando que, em 200 trabalhos, não houve efeito e, em 304 trabalhos, houve efeito do tratamento. Isso não mostra o real resultado, mas reduz o viés de publicação.

A meta-análise como ferramenta de avaliação de dados tem suas respectivas limitações, mas é uma ferramenta que facilita a avaliação e interpretação de estudos já existentes, possibilitando um entendimento melhor dos resultados e sendo favorável na tomada de decisões pelos produtores e/ou pesquisadores.

### **3 OBJETIVOS**

1. Verificar, de forma conjunta, a influência da composição da forragem, manejo de pastejo, características do animal e da quantidade e tipo de suplementação alimentar sobre o consumo de bovinos de corte, criados em sistemas de pastejo em regiões tropicais.
2. Investigar as interações entre método de pastejo, grupo genético, consumo da fração não proteica do suplemento sobre o consumo alimentar de bovinos de corte criados em pastagens tropicais e criar equações que predizem o consumo de matéria seca do pasto e total.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Banco de dados**

Foram consultados periódicos das áreas de Ciências Agrárias e Zootecnia e Recursos Pesqueiros indexados em, pelo menos, uma das seguintes bases: CAB, BIOSIS, AGRIS, AGRICOLA, SCIELO, SCOPUS e PUBMED. Essa busca foi feita, nos diferentes extratos de classificação das revistas, de acordo com a classificação QUALIS Capes 2014, com 113 periódicos pesquisados (ANEXO I).

Nesses periódicos, foram consultados os artigos publicados, nos anos de 1990 a 2015, que tratassem do uso de alimento suplementar, para bovinos de corte criados, em sistemas de pastejo, em regiões de clima tropical. A busca foi feita de maneira sistemática em cada capítulo e cada edição das revistas. O primeiro passo foi selecionar os artigos pelos títulos, para facilitar essa primeira coleta, sendo selecionados todos os artigos cujo título remetia à suplementação de bovinos. A segunda filtragem foi feita com a leitura dos resumos de todos os artigos selecionados. Após essa leitura, o último passo foi a leitura, na íntegra, dos artigos selecionados e coleta dos dados. Para a coleta dos dados, uma leitura dinâmica da metodologia utilizada, em cada experimento, foi realizada, para definir o enquadramento ou não do artigo no banco de dados. Todos os dados coletados foram feitos em duplicata, para reduzir o erro na coleta e, assim, obter maior confiabilidade nos dados. Os critérios utilizados foram os seguintes:

- a) Ser realizado em condições tropicais.
- b) Animais criados em pastejo sem volumoso suplementar.
- c) Não haver estabulação dos animais em nenhum momento do período de avaliação.

- d) Ensaio com duração mínima de 42 dias.
- e) Ter as seguintes informações disponíveis:
  - Ter um tratamento controle.
  - Raça bovina utilizada.
  - Classe sexual (macho não castrado, macho castrado e fêmea).
  - Tipo de forragem.
  - Oferta de forragem (kg por unidade de área).
  - Consumo matéria seca de forragem.
  - Composição bromatológica da forragem utilizada.
  - Tipo de suplemento utilizado.
  - Consumo de suplemento.
  - Composição bromatológica do suplemento.
  - Sistema de pastejo (contínuo ou rotacionado).

As informações obtidas foram agrupadas, em planilhas do Microsoft Excel, para posteriores análises estatísticas. As categorias animais consideradas neste estudo foram apenas aquelas relativas a animais em crescimento (bezerros lactentes e vacas adultas foram excluídos do banco de dados). Cada média de tratamento de cada estudo coletado foi considerada uma unidade experimental. Os artigos que compõem o banco de dados estão referenciados no ANEXO II.

## **4.2 Cálculos**

Com base nas informações coletadas, algumas ponderações foram realizadas. O peso de corporal em jejum (PCJ) foi utilizado para a realização das equações e modelos propostos. O PCJ é uma estimativa que melhor representa o peso vivo do animal, pois o conteúdo gastrointestinal dos ruminantes, quando cheio, representa grande variação no peso dos animais (GIONBELLI;

VALADARES FILHO; DETMAN, 2016). Quando os animais não passaram por jejum prévio à pesagem de, no mínimo, 12 horas, o PCJ foi calculado pelas equações (GIONBELLI; VALADARES FILHO; DETMAN, 2016):

$$\text{Zebu: } PVJ = 0,8800 \times PV^{1,0175}$$

$$\text{Cruzados de corte ou leite: } PVJ = 0,9664 \times PV^{1,0017}$$

em que: PVJ = peso vivo em jejum, PV = peso vivo.

Calculou-se, também, a fração não proteica do suplemento (FNPS) como variável corresponde à energia contida nos suplementos. A medida de energia comumente utilizada é o NDT (nutrientes digestíveis totais), porém o número de experimentos com NDT era baixo, por essa razão a variável FNPS foi criada. O FNPS representa, de forma indireta, a porção energética do suplemento, pois foi retirada a porção proteica e mineral, restando as fontes de carboidrato. A FNPS foi calculada da seguinte maneira:

$$\text{FNPS} = \text{CMS}_{\text{supl}} - \text{PB}_{\text{supl}} - \text{FMS}$$

em que: FNPS = fração não proteica do suplemento (g/dia), CMS<sub>supl</sub> = consumo de matéria seca do suplemento (g/dia), PB<sub>supl</sub> = proteína bruta do suplemento (g/dia) e FMS = fração mineral do suplemento (g/dia).

### 4.3 Métodos estatísticos

Inicialmente foram ajustados modelos, para descrever o consumo de forragem (g/kg PCJm/dia) e total (g/kg PCJm/dia), utilizando métodos computacionais, para seleção de variáveis preditoras. Na seleção das variáveis,

usaram-se as ferramentas “stepwise” e PLS (Partial Least Squares). No PLS, variáveis foram selecionadas, usando-se o VIP (variable importance in the projection). O procedimento GLMSELECT (seguido da técnica de seleção chamada “stepwise”) do software SAS versão 9.2 (SAS Inst. Inc., Cary, NC) foi utilizado para seleção das variáveis de maior influência sobre a variável de estudo. Para o processo de seleção de variáveis, definiu-se, como nível crítico de probabilidade de ocorrência do Erro Tipo I, o valor de 25% para inclusão e de 15% para exclusão de variáveis do modelo.

Com a variável independente CMS de pasto em g/kg PCJm/dia, foi ajustado, também, um modelo empírico, usando as variáveis que poderiam explicar a ingestão de forragem por bovinos de corte em pastejo. Foram testadas, no modelo empírico, as seguintes variáveis: sistema de manejo da pastagem (contínuo e rotacionado), PB da forragem (%), FDN da forragem (%), CNF da forragem (%), classe sexual (machos não castrados, machos castrados e fêmeas), grupos genéticos (Zebu, mestiços corte e mestiços leiteiros), consumo de matéria seca da fração não proteica do suplemento (g/kg PCJm/dia), consumo de matéria seca da FNPS (g/kg PCJm/dia) e PCJm (kg). A descrição detalhada das variáveis consideradas é apresentada no ANEXO III. Foram testadas todas as possíveis interações entre variáveis incluídas no modelo. Os tratamentos foram ponderados pelo N (número de unidades experimentais), gerador de cada média de tratamento, incluída no modelo, utilizando a ferramenta “weight” do software SAS.

Para ajuste do modelo empírico, considerou-se a variável estudo como variável de efeito aleatório e as demais variáveis como variáveis de efeito fixo. Utilizou-se, portanto a metodologia de modelos mistos (LITTELL et al., 1999, 2006; LITTELL; FREUND; SPECTOR, 1991), por meio do procedimento MIXED do Software SAS. O método de estimação dos componentes de variâncias utilizado foi o REML (método da máxima verossimilhança restrita,

ou residual). Foi utilizada a matriz não estruturada (variância e covariância heterogêneas).

Os modelos empíricos ajustados foram comparados quanto à sua estrutura (comparação do tipo de variável preditora a ser utilizada) com base no AIC e na razão de evidência do AIC (MOTULSKY; CHRISTOPOULOS, 2003).

Medidas de precisão, para avaliação dos modelos gerados, foram estimadas utilizando o Software Model Evaluation System (MES, v.3.0.1, <http://nutritionmodels.tamu.edu/mes.htm>) (TEDESCHI, 2006). Foram estimados a raiz do quadrado médio do erro (RMSE) e do quadrado médio do erro de predição (MSEP) (BIBBY; TOUTENBURG, 1977), bem como a decomposição do MSEP em variação originária de desvio da média (mean bias), variação originária de erro sistemático (systematic bias) e variação aleatória (random errors) com base na metodologia de (THEIL, 1961).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O banco de dados final foi composto por 39 trabalhos. Os trabalhos são de 9 revistas, sendo: *Acta Scientiarum Animal Sciences*, *Ciência e Agrotecnologia de Lavras*, *Archivos de Zootecnia*, *SEMINA: Ciências Agrárias*, *Revista Caatinga*, *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, *Revista Brasileira de Zootecnia*, *Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia* e *Tropical Animal Health and Production*.

As médias de 162 tratamentos de animais suplementados, formadas por 1270 unidades experimentais, foram consideradas. Foram utilizados dados de 579 machos inteiros (46% do banco de dados), 205 de machos castrados (16%) e 486 de novilhas (38%). Medidas de posição e amplitude das principais variáveis do banco de dados são apresentadas na **Tabela 1**.

Na tentativa de ajuste de modelos, usando os métodos computacionais, para seleção de variáveis preditoras (procedimentos Stepwise e PLS), as variáveis selecionadas por esse método não representaram a realidade (com base em aspectos biológicos). Posteriormente, testou-se um modelo empírico, com menos variáveis, cujos efeitos preliminares das possíveis interações entre elas foram, também, avaliados. Do ponto de vista biológico, o modelo empírico, também, apresentou maior consistência com a realidade. Com base nisso, embora não tenham sido realizadas análises estatísticas, para comparar o uso de modelos empíricos com modelos que levaram em consideração sistemas computacionais, para seleção de variáveis, percebeu-se, neste estudo, o melhor ajuste de modelos empíricos, que são melhor descritos nos itens posteriores.

**Tabela 1** Estatística descritiva relativa ao banco de dados utilizado para a elaboração dos modelos propostos.

<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>Dias de experimento</b>	1270	103	150	82
<b>Peso corporal médio em jejum, kg</b>	1270	290,9	444,2	82,2
<b>Zebu</b>	603	292,1	444,2	187,1
<b>Mestiços leiteiros</b>	365	296,1	420,5	151,5
<b>Mestiços de corte</b>	307	300,8	420,7	188,2
<b>Consumo de matéria seca, kg/dia</b>	1270	6,31	11,73	2,67
<b>Zebu</b>	603	6,30	11,73	2,94
<b>Mestiços leiteiros</b>	365	6,81	10,53	2,67
<b>Mestiços de corte</b>	307	5,74	7,91	3,42
<b>Consumo de matéria seca de suplemento, kg/dia</b>	883	1,22	4,82	0,11
<b>Zebu</b>	455	1,35	4,82	0,12
<b>Mestiços leiteiros</b>	251	0,89	3,59	0,11
<b>Mestiços de corte</b>	177	1,53	3,66	0,22
<b>Consumo de matéria seca de pasto, kg/dia</b>	1270	5,41	11,61	2,43
<b>Método de pastejo contínuo</b>	1161	5,19	9,97	2,43
<b>Método de pastejo rotacionado</b>	109	7,63	11,61	4,48

Foram ajustados quatro modelos empíricos, sendo dois para o consumo de matéria seca de pasto (CMSp, em kg/dia e g/kg/PCJm/dia) e dois para o

consumo de matéria seca total (CMSt, em kg/dia e g/kg/PCJm/dia). As variáveis preditoras que foram significativas ( $P < 0,05$ ). para estimar o CMSp e o CMSt. foram: peso corporal em jejum médio (PCJm, kg), método de lotação (contínuo ou rotacionado), grupo genético (zebuínos e cruzados), teor de proteína bruta do pasto (PasPB, %) e a interação entre o método de lotação e o consumo da fração não proteica de suplemento (FNPS, g/kgPCJm/dia). Os modelos foram avaliados quanto à estrutura, substituindo a variável preditora FNPS por consumo de matéria seca de suplemento (CMSs), como forma de tornar mais, facilmente estimável, o CMSp e CMSt, uma vez que, na prática, não seria necessário calcular-se a FNPS. O uso do CMSs como uma das variáveis preditoras apresentou, no entanto pior ajuste tanto para o CMSp (AIC = 824,7) como para CMSt (AIC = 853,6), em comparação com o uso da FNPS como variável preditora (AIC = 811,4 e 846,9, respectivamente, para CMSp e CMSt). Com base na razão de evidência do AIC, têm-se que há mais de 99% de probabilidade de que os modelos, usando FNPS como variável preditora, apresentem predições mais precisas do que os modelos usando CMSs. No entanto os modelos utilizando CMSs como variável preditora foram mantidos, neste trabalho, por representarem opção de predição de uso prático mais fácil do que aqueles modelos que utilizam a FNPS como variável preditora. Além disso, embora menos precisos, os modelos com CMSs (assim como os modelos usando FNPS) apresentam alta acurácia, na predição de CMSp e CMSt, conforme a Tabela 2.

Um resumo das variáveis preditas e variáveis preditoras, bem como a forma a que são referidos os modelos gerados (e as respectivas equações) é apresentado na Figura 5. O detalhamento dos modelos ajustados e a sua significância e aplicação dos resultados são discutidos nos itens a seguir.

**Figura 5** Variáveis preditas e variáveis predictoras, bem como a forma a que são referidos os modelos gerados.

### Variável predita

Variável resposta ou dependente

### Variáveis predictoras

Variáveis independentes

<p><b>Modelo A</b> (Eq. 1 a 4)</p> <p><b>CMSP</b> (g/kg/PCJm/dia) Consumo de matéria seca de pasto</p>	<p>PCJm Método de lotação Grupo genético %PB pasto <b>FNPS</b> x Método de lotação</p>
<p><b>Modelo B</b> (Eq. 5 a 8)</p> <p><b>CMSP</b> (g/kg/PCJm/dia) Consumo de matéria seca de pasto</p>	<p>PCJm Método de lotação Grupo genético %PB pasto <b>CMSs</b> x Método de lotação</p>
<p><b>Modelo C</b> (Eq. 9 a 12)</p> <p><b>CMSt</b> (g/kg/PCJm/dia) Consumo de matéria seca total</p>	<p>PCJm Método de lotação Grupo genético %PB pasto <b>FNPS</b> x Método de lotação</p>
<p><b>Modelo D</b> (Eq. 13 a 16)</p> <p><b>CMSt</b> (g/kg/PCJm/dia) Consumo de matéria seca total</p>	<p>PCJm Método de lotação Grupo genético %PB pasto <b>CMSs</b> x Método de lotação</p>

**Tabela 2** Acurácia dos modelos gerados.

<b>Modelos</b>	<b>RMSE</b>	<b>MSEP</b>	<b>Partição do MSEP (%)</b>		
			<b>MB</b>	<b>SB</b>	<b>RE</b>
<b>MODELO A – CMSp e FNPS</b>	3,652	13,199	0,018	0,002	99,98
<b>MODELO B – CMSp e CMSs</b>	3,644	13,116	0,008	0,027	99,97
<b>MODELO C – CMSt e FNPS</b>	3,732	13,779	0,167	0,022	99,81
<b>MODELO D – CMSt e CMSs</b>	3,739	13,840	0,125	0,087	99,79

RMSE = root-mean-square-error ou raiz do quadrado médio do erro;

MSEP = mean-square-error of prediction ou quadrado médio do erro de predição;

MB = mean bias ou fração do MSEP que é variação relativa à média;

SB = systematic bias ou fração do MSEP que é variação relativa a erro sistemático;

RE = random errors ou fração do MSEP que é variação aleatória.

### **5.1 Consumo de matéria seca de pasto por animais recebendo suplementação alimentar concentrada**

Os resultados do ajuste de um modelo empírico, para estimar o consumo de matéria seca de pasto, em função do consumo de matéria seca da fração não proteica do suplemento (dentre outras variáveis preditoras), são apresentados na Tabela 3 (MODELO A). Uma representação dos valores estimados pelo modelo A (equações 1 a 4), em função dos valores reais, é apresentada na no Gráfico 1. Com base nos parâmetros apresentados na Tabela 3, as equações para estimativa do consumo de pasto, com base no MODELO A, são descritas abaixo:

*Zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo contínuo*

$$\text{Eq. 1 CMSp} = 16,2 - 0,0154 \times \text{PCJm} - 0,0023 \times \text{FNPS} + 1,5985 \times \text{PasPB} - 0,0621 \times \text{PasPB}^2$$

*Cruzados de corte em pastejo contínuo*

$$\text{Eq. 2 CMSp} = 12,5 - 0,0154 \times \text{PCJm} - 0,0023 \times \text{FNPS} + 1,5985 \times \text{PasPB} - 0,0621 \times \text{PasPB}^2$$

*Zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo rotacionado*

$$\text{Eq. 3 CMSp} = 24,3 - 0,0154 \times \text{PCJm} - 0,0069 \times \text{FNPS} + 1,5985 \times \text{PasPB} - 0,0621 \times \text{PasPB}^2$$

*Cruzados de corte em pastejo rotacionado*

$$\text{Eq. 4 CMSp} = 20,5 - 0,0154 \times \text{PCJm} - 0,0069 \times \text{FNPS} + 1,5985 \times \text{PasPB} - 0,0621 \times \text{PasPB}^2$$

em que: CMSp = consumo de matéria seca de pasto (g/kg PCJm/dia), PCJm = peso corporal médio em jejum (kg), FNPS = consumo de matéria seca da fração não proteica do suplemento (g), PasPB = proteína bruta da pastagem (%)

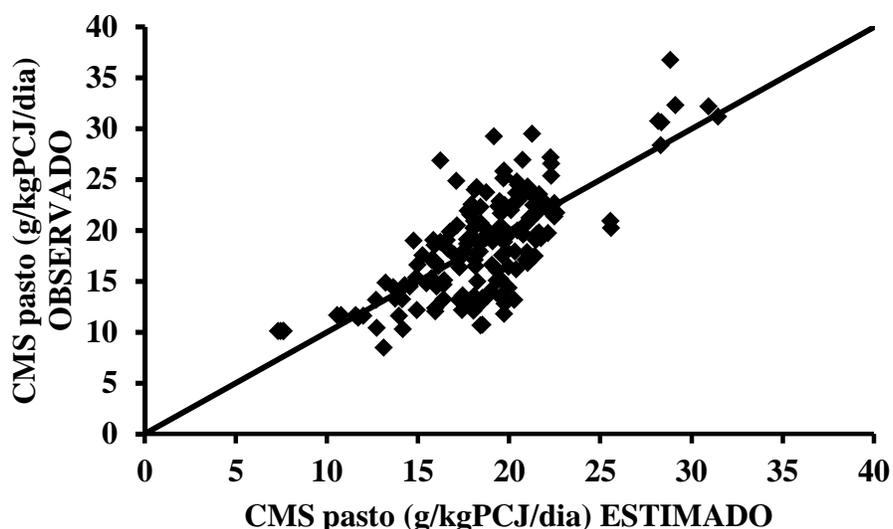
**Tabela 3** Parâmetros estatísticos usados para construção de um modelo para de estimativa do consumo de matéria seca de pasto (g/kg PCJm/dia) considerando, dentre outras variáveis preditoras, o consumo de matéria seca de fração não proteica do suplemento (g/dia) (MODELO A).

<b>Efeito</b>	<b>Tipo de Variável*</b>	<b>Estimativa</b>	<b>EP**</b>	<b>Valor-T</b>	<b>Valor-P</b>
Peso corporal médio em jejum	Con	-0,0154	0,007	-2,36	0,02
Fração não proteica do suplemento	Con	-0,0069	0,001	-4,78	<0,01
Método de lotação contínuo	Cla	16,2420	3,634	4,47	<0,01
Método de lotação rotacionado	Cla	24,2653	3,921	6,19	<0,01
Grupo genético cruzados de corte	Cla	-3,7708	1,135	-3,32	<0,01
Grupo genético zebu e cruzados leiteiros	Cla	0	.	.	.
Proteína bruta do pasto “linear”	Con	1,5985	0,625	2,56	0,01
Proteína bruta do pasto “quadrática”	Con	-0,0621	0,029	-2,10	0,04
Fração não proteica do suplemento × Método de lotação contínuo	Cla	0,0046	0,0015	3,15	0,01
Fração não proteica do suplemento × Método de lotação rotacionado	Cla	0	.	.	.

\*Tipo de variável: Cla = classificatória e Con = contínua.

\*\*Erro padrão do parâmetro.

**Gráfico 1** Comparação entre valores estimados e reais para consumo de pasto quando o consumo da fração não proteica do suplemento foi considerado no modelo (MODELO A).



A predição do consumo para animais em pastejo é complexa e depende de vários fatores (AZEVEDO et al., 2016). Em trabalho, observando o consumo de matéria seca de bovinos em pastejo, Coleman, Lippke e Gill (1999) verificaram que a ingestão de pasto varia em função qualidade, características físicas da forragem e, também, é inerente ao estado fisiológico do animal. Assim sendo, as interações a serem consideradas como estimativas, para a predição do CMS em bovinos em pastejo, são mais complexas que a de animais alimentados em confinamento, por exemplo (AZEVEDO et al., 2016).

Para a situação sugerida (Tabela 3), considerando a FNPS, a proteína da pastagem ( $P = 0,01$ ) tem influência no CMSp. Forragens com menos que 8% de PB podem deprimir o CMSp pela falta de proteína degradável no rúmen, resultando em redução na digestão da fibra o que aumenta o tempo de retenção (MINSON, 1990). Peso corporal em jejum ( $P = 0,02$ ) afetou, de forma negativa,

o CMSp, sendo uma redução proporcional ao peso do animal, pois essa redução no CMSp é proporcional ao peso do animal, mas CMSp em kg aumenta.

Observou-se efeito do método de lotação ( $< 0,01$ ) sobre o CMSp. O método de lotação interfere no comportamento ingestivo dos animais, afetando a estrutura da pastagem, mudando o comportamento ingestivo dos animais (HODGSON, 1990) e o consumo. Como exemplo comparativo entre as equações Eq.2 e Eq.4, considerando a unidade experimental com 400 kg de PCJm com a PasPB de 10%, o CMSp foi de 6,44 kg/dia (CMSp de 1,6% PCJm), para o método contínuo e de 9,64 kg/dia (CMSp de 2,4% PCJm), para o método rotacionado. Em média, o CMSp foi 0,8% PCJm a mais, para as unidades experimentais, no método de pastejo rotacionado (Tabela 3).

O grupo genético ( $P < 0,01$ ) afeta o comportamento ingestivo, sendo animais zebuínos puros com maior CMS (EUCLIDES FILHO et al., 2003). Percebe-se que o efeito estatístico corrobora com observações práticas em estudos únicos, mostrando haver correto sentido biológico para os efeitos observados. Utilizando as equações Eq.1 e Eq.2, considerando a unidade experimental com 400 kg de PCJm com a PasPB de 10%, o CMSp foi de 7,93, para zebu e mestiços leiteiros e de 6,45 kg/dia para mestiços de corte. Em média, o CMSp foi 19% maior para zebu e mestiços leiteiros, quando comparados com os mestiços de corte.

Outro fator a se observar, nas diferenças entre os grupos genéticos, é o peso de corporal em jejum (PCJ) dos animais cruzados e zebu. Em equações propostas por Gionbelli, Valadares Filho e Detman (2016), no BRcorte, há diferenças na equação que prediz o PCJ. Em exemplo, utilizando as equações que predizem o PCJ (equações descritas no ANEXO III), para animais de 300 kg/PC, o animal zebu tem 291,7 kg/PCJ e o cruzado 292,7 kg/PCJ. Essa diferença entre os grupos genéticos é relacionada ao conteúdo gastrointestinal, visto que zebuínos possuem mais conteúdo gastrointestinal, o que poderia estar relacionado com

maior energia gasta na manutenção de zebuínos (GIONBELLI; VALADARES FILHO; DETMAN, 2016). Uma hipótese, para o menor CMSp e CMSt, para os animais cruzados de corte, pode ser relacionada à adaptabilidade ao clima tropical. Os animais em pastejo estão expostos a elevadas temperaturas e um possível estresse por calor pode reduzir consumo quando comparados aos zebuínos.

Os resultados do ajuste de um modelo empírico, para estimar o consumo de matéria seca de pasto, em função do consumo de matéria seca de suplemento (dentre outras variáveis predictoras), são apresentados na Tabela 4 (MODELO B). Uma representação dos valores estimados pelo modelo B (equações 5 a 8), em função dos valores reais, é apresentada no Gráfico 2. Com base nos parâmetros apresentados na Tabela 4, as equações, para estimativa do consumo de pasto, com base no MODELO B, são descritas abaixo:

*Zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo contínuo*

$$\text{Eq. 5 CMSp} = 16,0 - 0,0151 \times \text{PCJm} - 0,0016 \times \text{CMSs} + 1,6582 \times \text{PasPB} - 0,0651 \times \text{PasPB}^2$$

*Cruzados de corte em pastejo contínuo*

$$\text{Eq. 6 CMSp} = 12,2 - 0,0151 \times \text{PCJm} - 0,0016 \times \text{CMSs} + 1,6582 \times \text{PasPB} - 0,0651 \times \text{PasPB}^2$$

*Zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo rotacionado*

$$\text{Eq.7 CMSp} = 23,9 - 0,0151 \times \text{PCJm} - 0,0053 \times \text{CMSs} + 1,6582 \times \text{PasPB} - 0,0651 \times \text{PasPB}^2$$

*Cruzados de corte em pastejo rotacionado*

$$\text{Eq. 8 } \text{CMSp} = 20,1 - 0,0151 \times \text{PCJm} - 0,0053 \times \text{CMSs} + 1,6582 \times \text{PasPB} - 0,0651 \times \text{PasPB}^2$$

em que CMSp = consumo de matéria seca de pasto (g/kg PCJm/dia), PCJm = peso corporal médio em jejum (kg), CMSs = consumo de matéria seca do suplemento (g), PasPB = proteína bruta da pastagem (%).

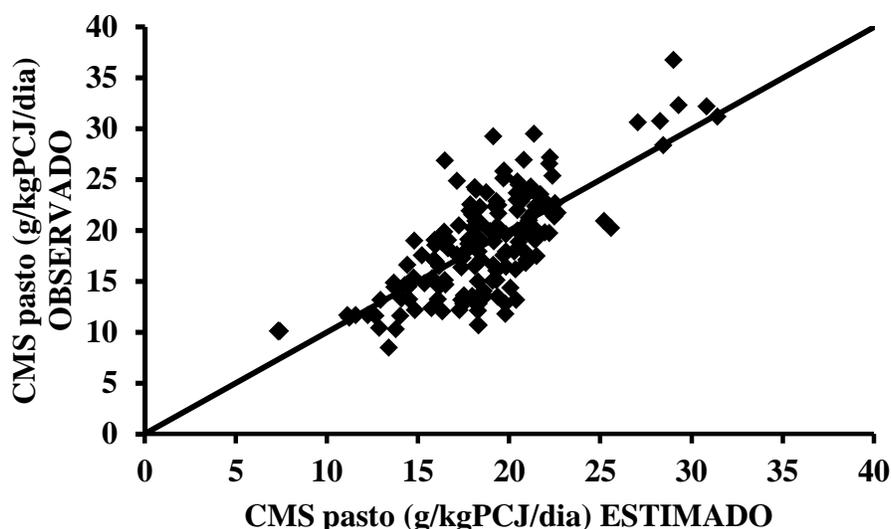
**Tabela 4** Parâmetros estatísticos usados para construção de um modelo para de estimativa do consumo de matéria seca de pasto (g/kg PCJm/dia) considerando, dentre outras variáveis preditoras, o consumo de matéria seca de suplemento (g/dia) (MODELO B).

<b>Efeito</b>	<b>Tipo de Variável*</b>	<b>Estimativa</b>	<b>EP**</b>	<b>Valor-T</b>	<b>Valor-P</b>
Peso corporal médio em jejum	Con	-0,0151	0,006	-2,32	0,02
Consumo de matéria seca do suplemento	Con	-0,0053	0,001	-4,53	<0,01
Método de lotação contínuo	Cla	15,9519	3,605	4,42	<0,01
Método de lotação rotacionado	Cla	23,8543	3,889	6,13	<0,01
Grupo genético cruzados de corte	Cla	-3,7672	1,125	-3,35	<0,01
Grupo genético zebu e cruzados leiteiros	Cla	0	.	.	.
Proteína bruta do pasto “linear”	Con	1,6582	0,621	2,67	0,01
Proteína bruta do pasto “quadrática”	Con	-0,0651	0,029	-2,22	0,03
Fração não proteica do suplemento × Método de lotação contínuo	Cla	0,0037	0,001	3,15	<0,01
Consumo da matéria seca do suplemento × Método de lotação rotacionado	Cla	0	.	.	.

\*Tipo de variável: Cla = classificatória e Con = contínua.

\*\*Erro padrão do parâmetro.

**Gráfico 2** Comparação entre valores estimados e reais para consumo de pasto quando o consumo de suplemento foi considerado no modelo (MODELO B).



Considerando o CMSs (Tabela 4), observou-se efeito do método de lotação ( $P < 0,01$ ) sobre o CMS<sub>p</sub>, como exemplo, comparando as Eq5. e Eq.7, considerando a unidade experimental de 400 kg de PCJm e PasPB de 10%. A unidade experimental pastejando, no método de lotação contínuo, o CMS<sub>p</sub> é de 8,01 kg/dia (CMS<sub>p</sub> de 2,0% PCJm). Esse mesmo animal, em uma pastagem manejada em método de lotação rotacionado, o CMS<sub>p</sub> é de 11,17 kg/dia (CMS<sub>p</sub> de 2,8% PCJm). O animal consome 0,8% do PCJm a mais de forragem no método rotacionado. A estrutura do dossel pode ser a responsável por essa diferença. A estrutura do dossel forrageiro é definida por um conjunto de características genéticas da planta, denominadas características morfogênicas, que são afetadas por fatores ambientais (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

No método de pastejo contínuo, com maior frequência de desfolhação e menor altura do dossel, os perfilhos são menores e o número deles por unidade

de área é maior, enquanto, no método de pastejo rotacionado, os perfilhos são maiores e menos numerosos (HODGSON, 1990). A queda no CMSpasto, possivelmente, é em razão de fatores não nutricionais, fatores esses ligados à facilidade do animal colher o alimento, como a densidade, material morto e lignificado, presença de hastes e perfilhos pequenos (POPPI; HUGHES; L'HUILLIER, 1987).

A estrutura do dossel, no método contínuo, geralmente, é caracterizada por perfilhos pequenos, finos e numerosos (WADE; CARVALHO, 2008), prevalecendo próximo ao solo o acúmulo de material senescente (GARCÍA, 1995). O animal tende a selecionar e comer somente os perfilhos da parte superior das plantas, na qual estão localizadas as partes mais novas. Os perfilhos aéreos são caracterizados pelo tamanho reduzido das folhas e alto valor nutritivo, mas dificulta a colheita pelos animais (CASAGRANDE, 2010). O valor nutritivo mais elevado fica caracterizado, no trabalho de Paula et al. (2012), que avaliaram a estrutura do dossel, consumo e o desempenho animal em diferentes alturas de pastejo do capim marandu (15, 30 e 45 cm). Os animais no pasto de 15 cm o CMSp foi menor, pela menor oferta, mas o GMD não diferiu entre os tratamentos.

Esse comportamento de buscar os perfilhos aéreos resulta na diminuição no volume do bocado. O volume do bocado é a combinação entre a área e a profundidade do bocado, relacionadas à característica do dossel, como relação folha:colmo, densidade e altura da forragem (COSGROVE, 1997). Em gramíneas tropicais, as características do dossel como a presença de colmo e material senescente limitam a profundidade do bocado (STOBBS, 1975). Contudo a taxa de bocado, massa e tempo de pastejo são fatores determinantes no CMSp pelo animal (CARVALHO et al., 2001).

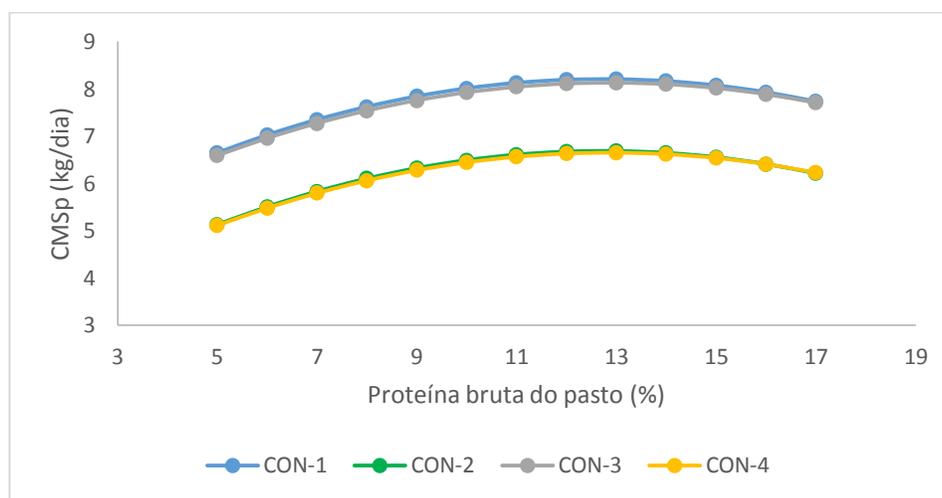
A seletividade do animal, também, influencia negativamente, no CMSp, pois o animal gasta mais tempo à procura de alimento (COSGROVE, 1997). Em

trabalho de Itavo et al. (2008), compararam-se os dois métodos de lotação (ROT e CONT), realizados com animais cruzados e recebendo 1 kg/dia de suplemento proteico/energético, em ambos tratamentos. Para o método de lotação contínua no outono, os animais permaneceram por mais tempo em pastejo e o menor GMD, tempo para ruminação e deslocamento, quando comparado com o rotacionado. O maior tempo de pastejo, na busca de manter o CMSp, resultou em menor tempo para a procura áreas melhores para o pastejo, o que, provavelmente, não foi o suficiente para manter o CMSp, pois houve redução no GMD (ÍTAVO et al., 2008).

Na tentativa de manter o CMSp, quando o animal encontra algum tipo de limitação na colheita do pasto e/ou pouca oferta de forragem, ele aumenta a taxa de bocado e o tempo de pastejo. Mesmo com o aumento na taxa de bocados e do tempo de pastejo, o animal não consegue compensar os bocados mais leves (CARVALHO et al., 2001), diminuindo o CMSp (EUCLIDES et al., 2008).

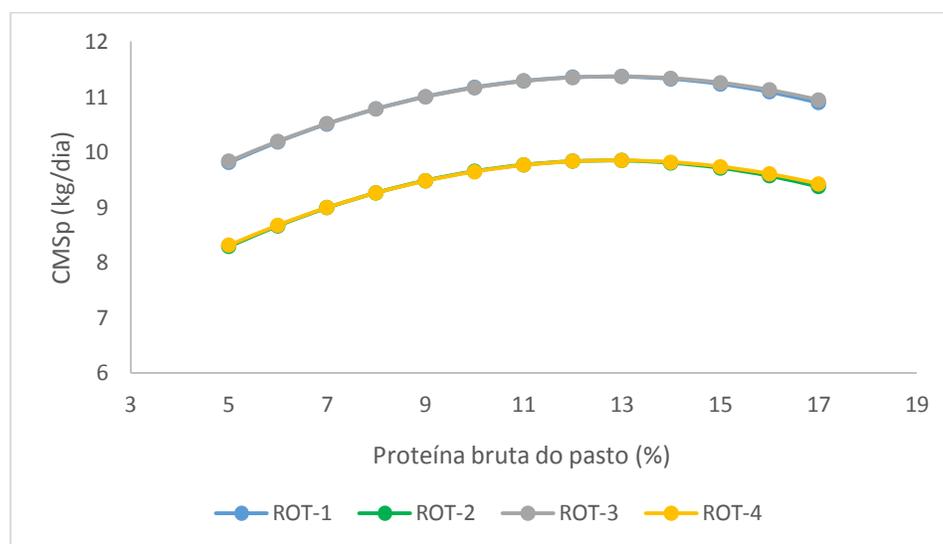
O método de lotação rotacionado apresenta uma diferença, em relação ao método de lotação contínua, períodos em que a planta cresce livremente na ausência de desfolhação (GONÇALVES, 2002). No rebaixamento da pastagem, o animal consome folhas e colmos até a altura de saída. Na rebrota, os perfilhos são maiores e menos densos (FISCHER et al., 2016). Em pastagens mais altas e de menor densidade, o movimento da língua do bovinos é mais eficaz em aumentar a área do bocado (CARVALHO et al., 2001). A profundidade e a área do bocado aumentadas promove um bocado mais pesado, explicando a diferença de CMSp média encontrada no modelo apresentado.

**Gráfico 3** Resposta do consumo de matéria seca do pasto (CMSp) em relação ao aumento da proteína bruta do pasto, para unidades experimentais no método de pastejo contínuo, sendo CON-1 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo de suplemento, CON-2 = mestiços de corte para consumo de suplemento, CON-3 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo da fração não proteica do suplemento, CON-4 = mestiços de corte para consumo da fração não proteica do suplemento.



Como exemplo da evolução da proteína bruta do pasto (PasPB) no CMSp, para o método de lotação contínuo, foi plotado o Gráfico 3, simulando uma unidade experimental pastejando com diferentes PasPB. Foi considerada uma unidade experimental com PCJm de 400 kg, consumindo 0,5 kg de suplemento concentrado (para CON-1 e CON-2) ou 0,5 kg da fração não proteica do suplemento (para CON-3 e CON-4). A PasPB exerceu efeito aditivo no CMSp e efeito quadrático, o que significa que a PasPB estimula o CMSp até certo ponto, depois o CMSp começa a diminuir. O ponto de máximo CMSp, para as situações apresentadas, ocorreu, quando o PasPB foi de 13%, sendo o CMSp de 7,9, 6,4, 7,7 e 6,2 kg/dia para CON-1, CON-2, CON-3 e CON-4, respectivamente.

**Gráfico 4** Resposta do consumo de matéria seca do pasto (CMSp) em relação ao aumento da proteína bruta do pasto, para unidades experimentais no método de pastejo rotacionado, sendo ROT-1 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo de suplemento, ROT-2 = mestiços de corte para consumo de suplemento, ROT-3 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo da fração não proteica do suplemento, ROT-4 = mestiços de corte para consumo da fração não proteica do suplemento.



Como exemplo da evolução da PasPB no CMSp, para o método de pastejo rotacionado, foi plotado o Gráfico 4, simulando uma unidade experimental pastejando, em pastagens com diferentes porcentagens de PB. Foi considerada uma unidade experimental com PCJm de 400 kg, consumindo 0,5 kg de suplemento concentrado (para ROT-1 e ROT-2) ou 0,5 kg da fração não proteica do suplemento (para ROT-3 e ROT-4). A PasPB exerceu efeito aditivo no CMSp e efeito quadrático, o que significa que a PasPB estimula o CMSp até certo ponto. O ponto de máximo CMSp, para as situações apresentadas, ocorreu quando o PasPB foi de 13%, sendo o CMSp de 11,4, 9,8, 11,4 e 9,4 kg/dia para

ROT-1, ROT-2, ROT-3 e ROT-4, respectivamente e, a partir deste ponto, o aumento na PasPB reduz o CMSp.

A PasPB exerce efeito positivo no CMSp, dentre os diferentes sistemas de pastejo. O mínimo de PB, para o crescimento bacteriano e utilização da fibra, é de 8% de PB na dieta (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010). Comparando com os dados encontrados, utilizando as Eq.5 e Eq.7, em uma condição de seca (5%PB pasto), o CMSp é de 1,66% PCJm, para método de lotação contínuo e de 2,45% PCJm para o rotacionado, valores que atendem as exigências de CMS, desde que não haja limitação no CMSp em virtude de inerência à estrutura da planta. Assim sendo, para a maximização do CMS, o recomendado é o consumo de 10% PB (condição de águas) na dieta (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010); o CMSp estimado, utilizando as mesmas equações, é de 2,00% PCJm, para método de lotação contínuo e de 2,79% PCJm para o rotacionado. O aumento de CMSp com o aumento da PasPB, estimado pelo modelo, segue o encontrado na literatura, indicando bom ajuste das variáveis. Mas o aumento da PasPB exerce efeito quadrático no CMSp.

Estudos comparando o efeito do CMSp em diferentes PasPB são escassos, mas Minson (1990) nos relata que, em pastos com PB abaixo de 8%, podem deprimir o CMSp. Uma possível causa da redução no CMSp, após determinado nível de PasPB, pode estar relacionado ao sincronismo ruminal entre a energia e os compostos nitrogenados. Em trabalho de Davies (2005), com o objetivo de entender o sincronismo ruminal entre a energia e proteína, embora o trabalho tenha sido realizado com silagem de milho, a dinâmica da sincronia, na liberação de dos substratos, pode ser semelhante ao que acontece em forrageiras de alta qualidade (acima de 13%, neste estudo). O perfil químico da PasPB, nesta situação, revela altas proporções de compostos nitrogenados não proteicos, gerando desequilíbrio na disponibilização para o animal (Figura 3).

Esse desequilíbrio entre proteína/energia proporciona ganhos aparentes adequados aos animais, mas reduz o CMSp (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2010), demandando o uso da suplementação concentrada energética para que não haja perda de compostos nitrogenados do rúmen (REIS; BARBERO; KOSCHECK, 2014).

O aumento no CMSp é pelo aumento de proteína para os microrganismos ruminais. Em concentrações da PasPB abaixo de 7%, a eficiência fermentativa das bactérias do rúmen é prejudicada, reduzindo o CMSp (PAULINO, 1999). Com o aumento do suprimento de nitrogênio vindo da pastagem, a disponibilização de compostos nitrogenados no rúmen é ampliada, refletindo em maior síntese microbiana (DETMANN et al., 2009). O aumento nos níveis de nitrogênio no rúmen reflete em maior eficiência de degradação da fração fibrosa (REIS et al., 2009).

Nos modelos A e B (Tabela 3 e Tabela 4), o CMSs ( $P < 0,01$ ) e FNPS ( $P < 0,01$ ) exerceram efeitos negativos no CMSp, evidenciando efeito substitutivo da forragem pelo suplemento concentrado. Como exemplo, considerando a Eq.1 com o CMSs de 0,0 e 1,0 kg/dia, (animal de 400 kg PCJm), a queda no CMSp é de 11,6% ou 0,92 kg/dia. No rotacionado, a queda é mais acentuada no CMSp, utilizando a Eq.3, a redução é de 24,6% ou 2,75kg de forragem/dia. De maneira geral, os suplementos concentrados reduzem o consumo de forragem, exercendo o efeito substitutivo (REIS; BARBERO; KOSCHECK, 2014). Pelo fornecimento de suplemento proteico energético a 0,3% PC/dia, o CMSp diminuiu, mas aumentou o CMSt, havendo efeito substitutivo do suplemento. O maior CMSt implicou maior taxa de lotação, desempenho animal e ganho por área (CASAGRANDE, 2010).

Costa et al. (2009) avaliaram o suplementação concentrada, utilizando amido e/ou pectina como componente energético e caseína como componente proteico (sendo os tratamentos: forragem; forragem + amido; forragem +

pectina; forragem + caseína; forragem + caseína + amido e forragem + caseína + pectina). A adição isolada de carboidratos, prontamente degradável, não foi capaz de gerar efeitos positivos sobre o sistema, deprimindo a degradação da FDN, pois incrementou a competição entre espécies fibrolíticas e não fibrolíticas. Mas, quando de forma conjunta, proteína e carboidrato promovem a redução dos efeitos deletérios da suplementação isolada (COSTA et al., 2009).

Costa et al. (2009), ainda, acrescenta que os carboidratos de forma isolada não forneceriam os precursores nitrogenados, para síntese de enzimas e resultariam na baixa população microbiana capaz de utilizar carboidratos não fibrosos à ocorrência excessiva de reações de energy speeling (ciclos fúteis para queima do excesso relativo de energia), reduzindo ainda mais sua eficiência de crescimento.

O uso exclusivo de carboidratos (amido ou pectina) promoveu efeito inibitório sobre a taxa de degradação da FDN, potencialmente digestível (FDN<sub>pd</sub>) em vitro, avaliado em forragens com 11%PB (COSTA et al., 2009). No entanto Costa et al. (2011b) na avaliação das mesmas estratégias in vivo, concluíram que o consumo de pasto reduziu com o fornecimento de suplementos na quantidade de 0,3 %/PC, com coeficiente médio de substituição de 2,11 g CMS<sub>p</sub>/ g CMS<sub>s</sub> de suplemento (COSTA et al., 2009). Em método de lotação contínuo, o coeficiente médio de substituição foi de 0,8 g de CMS<sub>p</sub>/ g FNPS e, no rotacionado, o coeficiente médio de substituição foi de 2,6 g de CMS<sub>p</sub>/ g FNPS, nas equações geradas. Esse coeficiente de substituição pode ser interessante, no manejo e planejamento do uso da pastagem, aumentando a taxa de lotação e o ganho por área (REIS; BARBERO; KOSCHECK, 2014).

Os resultados do ajuste de um modelo empírico, para estimar o consumo de matéria seca total, em função do consumo de matéria seca da fração não proteica de suplemento (dentre outras variáveis preditoras), são apresentados na Tabela 5 (MODELO C). Uma representação dos valores estimados pelo modelo C

(equações 9 a 12), em função dos valores reais, é apresentada na no Gráfico 5. Com base nos parâmetros apresentados na Tabela 4, as equações, para estimativa do consumo de pasto, com base no MODELO C, são descritas abaixo:

*Zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo contínuo*

$$\text{Eq. 9 CMSt} = 18,1 - 0,0211 \times \text{PCJm} + 0,0017 \times \text{FNPS} + 1,6707 \times \text{PasPB} - 0,0671 \times \text{PasPB}^2$$

*Cruzados de corte em pastejo contínuo*

$$\text{Eq. 10 CMSt} = 14,1 - 0,0211 \times \text{PCJm} + 0,0017 \times \text{FNPS} + 1,6707 \times \text{PasPB} - 0,0671 \times \text{PasPB}^2$$

*Zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo rotacionado*

$$\text{Eq. 11 CMSt} = 26,0 - 0,0211 \times \text{PCJm} + 1,6707 \times \text{PasPB} - 0,0671 \times \text{PasPB}^2$$

*Cruzados de corte em pastejo rotacionado*

$$\text{Eq. 12 CMSt} = 21,9 - 0,0211 \times \text{PCJm} + 1,6707 \times \text{PasPB} - 0,0671 \times \text{PasPB}^2$$

em que: CMSt = consumo de matéria seca total (g/kg PCJm/dia), PCJm = peso corporal médio em jejum (kg), FNPS = consumo de matéria seca da fração não proteica do suplemento (g), PasPB = proteína bruta da pastagem (%).

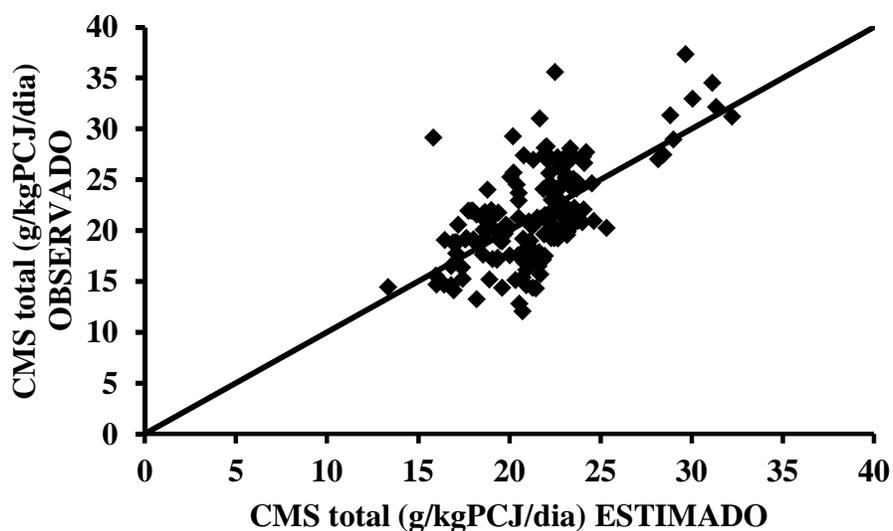
**Tabela 5** Parâmetros estatísticos usados para construção de um modelo para de estimativa do consumo de matéria seca total (g/kg PCJm/dia) considerando, dentre outras variáveis preditoras, o consumo de matéria seca da fração não proteica do suplemento (g/dia) (MODELO C).

<b>Efeito</b>	<b>Tipo de Variável*</b>	<b>Estimativa</b>	<b>EP**</b>	<b>Valor-T</b>	<b>Valor-P</b>
Peso corporal médio em jejum	Con	-0,0211	0,006	-3,17	0,02
Método de lotação contínuo	Cla	18,1269	3,668	4,94	<0,01
Método de lotação rotacionado	Cla	25,9531	3,960	6,55	<0,01
Grupo genético cruzados de corte	Cla	-4,0326	1,147	-3,51	<0,01
Grupo genético zebu e cruzados leiteiros	Cla	0	.	.	.
Proteína bruta do pasto linear	Con	1,6707	0,631	2,65	0,01
Proteína bruta do pasto quadrática	Con	-0,0671	0,029	-2,24	0,02
Fração não proteica do suplemento × Método de lotação contínuo	Cla	0,0017	0,001	5,88	<0,01
Fração não proteica do suplemento × Método de lotação rotacionado	Cla	-0,0019	0,006	-1,18	0,24

\*Tipo de variável: Cla = classificatória e Con = contínua.

\*\*Erro padrão do parâmetro.

**Gráfico 5** Comparação entre valores estimados e reais para consumo de matéria seca total quando o consumo de fração não proteica do suplemento foi considerado no modelo (MODELO C).



Os resultados do ajuste de um modelo empírico, para estimar o consumo de matéria seca total, em função do consumo de matéria seca de suplemento (dentre outras variáveis predictoras), são apresentados na Tabela 6 (MODELO D). Uma representação dos valores estimados pelo modelo C (equações 13 a 16), em função dos valores reais, é apresentada na no Gráfico 6. Com base nos parâmetros apresentados na Tabela 4, as equações, para estimativa do consumo de pasto, com base no MODELO D, são descritas abaixo:

*Zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo contínuo*

$$\text{Eq. 13 } \text{CMSt} = 18,4 - 0,0221 \times \text{PCJm} + 0,0014 \times \text{CMSs} + 1,6423 \times \text{PasPB} - 0,0658 \times \text{PasPB}^2$$

*Cruzados de corte em pastejo contínuo*

$$\text{Eq. 14 CMSt} = 14,4 - 0,0221 \times \text{PCJm} + 0,0014 \times \text{CMSs} + 1,6423 \times \text{PasPB} - 0,0658 \times \text{PasPB}^2$$

*Zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo rotacionado*

$$\text{Eq. 15 CMSt} = 26,2 - 0,0221 \times \text{PCJm} + 1,6423 \times \text{PasPB} - 0,0658 \times \text{PasPB}^2$$

*Cruzados de corte em pastejo rotacionado*

$$\text{Eq. 16 CMSt} = 22,2 - 0,0221 \times \text{PCJm} + 1,6423 \times \text{PasPB} - 0,0658 \times \text{PasPB}^2$$

em que: CMSt = consumo de matéria seca total (g/kg PCJm/dia), PCJm = peso corporal médio em jejum (kg), CMSs = consumo de matéria seca do suplemento (g), PasPB = proteína bruta da pastagem (%).

Considerando o CMSt e o FNPS (Tabela 5), o grupo genético ( $P < 0,01$ ) zebu e cruzados leiteiros diferiram dos mestiços de corte no CMSt. Utilizando as equações Eq.9 e Eq.10, considerando a unidade experimental com 400 kg de PCJm com a PasPB de 10%, o CMSp foi de 7,93 para zebu e mestiços leiteiros e de 6,45 kg/dia para mestiços de corte. Em média, o CMSp foi 19% maior para zebu e mestiços leiteiros, quando comparados com os mestiços de corte.

Em equações propostas por Azevêdo et al. (2016), no BRcorte 2016, para bovinos em confinamento, foram propostas 3 equações, ressaltando as diferenças entre grupos genéticos. Ele considerou os mesmos grupos genéticos que este estudo, sendo zebuínos, cruzados de corte e cruzados de leite. Animais zebuínos obtiveram maior CMSt, quando comparados com os demais grupos genéticos. Em um exemplo, utilizando as equações propostas por Azevêdo et al. (2016), com um animal de 500kg e ganho médio diário (GMD) de 500 gramas,

os animais zebuínos tiveram um CMSt de 247 g a mais, quando comparados com animais mestiços de corte e de 173 g a mais, quando comparados com mestiços leiteiros.

Considerando o CMSt e o CMSs (Tabela 6), observou-se, também, o efeito do grupo genético ( $P < 0,01$ ) sobre o CMSt. Cruzados de Corte apresentam consumo médio de pasto 19 % menor quando comparados com Zebu e Mestiços de leiteiros, para método de lotação contínuo (Eq.14 e Eq.13, respectivamente). No método de lotação rotacionado, o CMSt médio foi 14% inferior para cruzados de corte. O grupo genético zebu e mestiços leiteiros consumiram, em média, 15%PCJm a mais de pasto. Euclides Filho et al. (2003), compararam grupos genéticos com aptidão, para a produção de carne (nelore puro e os cruzamento nelore x angus (brangus), nelore x simental, nelore x caracu e nelore x valdosana), em confinamento, com dieta composta por 50% de concentrado. O CMS total, para os mestiços do cruzamento nelore x valdosana, foi menor, quando comparado com o nelore, não explicando o motivo para tal diferença. Segundo Azevêdo et al. (2016), com o aumento no peso corporal, as diferenças na composição da carcaça com relação à gordura entre zebuínos e cruzados, podem afetar o CMSt, visto que cruzados tendem a depositar gordura mais precocemente.

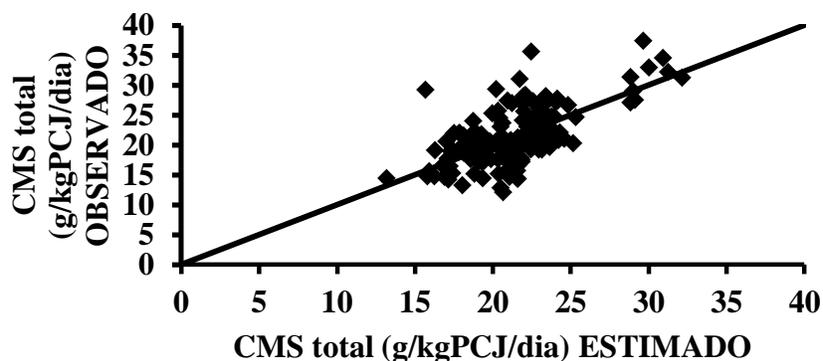
**Tabela 6** Parâmetros estatísticos usados para construção de um modelo para de estimativa do consumo de matéria seca total (g/kg PCJm/dia) considerando, dentre outras variáveis preditoras, o consumo de matéria seca de suplemento (g/dia) (MODELO D).

<b>Efeito</b>	<b>Tipo de Variável*</b>	<b>Estimativa</b>	<b>EP**</b>	<b>Valor-T</b>	<b>Valor-P</b>
Peso corporal médio em jejum	Con	-0,0221	0,007	-3,31	<0,01
Método de lotação contínuo	Cla	18,4319	3,663	5,03	<0,01
Método de lotação rotacionado	Cla	26,2273	3,952	6,64	<0,01
Grupo genético cruzados de corte	Cla	-4,0320	1,145	-3,52	<0,01
Grupo genético zebu e cruzados leiteiros	Cla	0	.	.	.
Proteína bruta do pasto (%)	Con	1,6423	0,632	2,60	0,01
Proteína bruta do pasto <sup>2</sup>	Con	-0,0658	0,029	-2,20	0,03
Consumo de matéria seca do suplemento	Cla	0,0014	0,001	6,27	<0,01
× Método de lotação contínuo					
Consumo de matéria seca do suplemento	Cla	-0,0012	0,001	-0,93	0,35
× Método de lotação rotacionado					

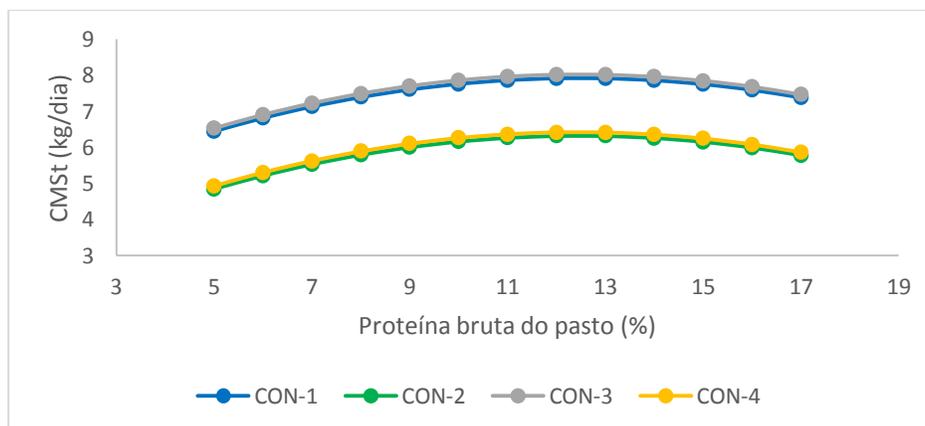
\*Tipo de variável: Cla = classificatória e Con = contínua.

\*\*Erro padrão do parâmetro.

**Gráfico 6** Comparação entre valores estimados e reais para consumo de matéria seca total quando o consumo de suplemento foi considerado no modelo (MODELO D).

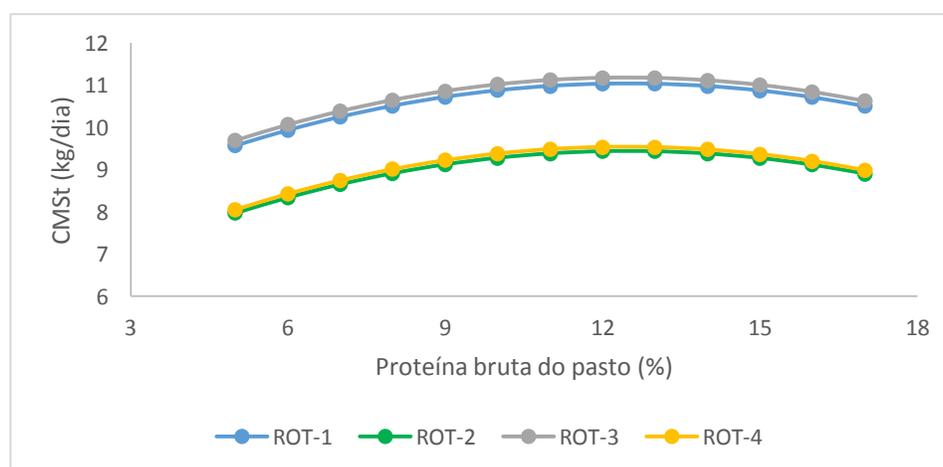


**Gráfico 7** Resposta do consumo de matéria seca do total (CMSt) em relação ao aumento da proteína bruta do pasto, para unidades experimentais no método de pastejo contínuo, sendo CON-1 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo de suplemento, CON-2 = mestiços de corte para consumo de suplemento, CON-3 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo da fração não proteica do suplemento, CON-4 = mestiços de corte para consumo da fração não proteica do suplemento.



Como exemplo da evolução da proteína bruta do pasto (PasPB), no CMSt, para o método de lotação contínuo, foi plotado o Gráfico 7, simulando uma unidade experimental pastejando com diferentes PasPB. Foi considerada uma unidade experimental com PCJm de 400 kg, consumindo 0,5 kg de suplemento concentrado (para CON-1 e CON-2) ou 0,5 kg da fração não proteica do suplemento (para CON-3 e CON-4). A PasPB exerceu efeito aditivo no CMSt e efeito quadrático, o que significa que a PasPB estimula o CMSt até certo ponto, depois o CMSt começa a diminuir. O ponto de máximo CMSt, para as situações apresentadas, ocorreu, quando o PasPB foi de 12%, sendo o CMSt de 7,9, 6,3 8,0 e 6,4 kg/dia para CON-1, CON-2, CON-3 e CON-4, respectivamente.

**Gráfico 8** Resposta do consumo de matéria seca do total (CMSt) em relação ao aumento da proteína bruta do pasto, para unidades experimentais no método de pastejo rotacionado, sendo ROT-1 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo de suplemento, ROT-2 = mestiços de corte para consumo de suplemento, ROT-3 = zebuínos e mestiços leiteiros para consumo da fração não proteica do suplemento, ROT-4 = mestiços de corte para consumo da fração não proteica do suplemento.



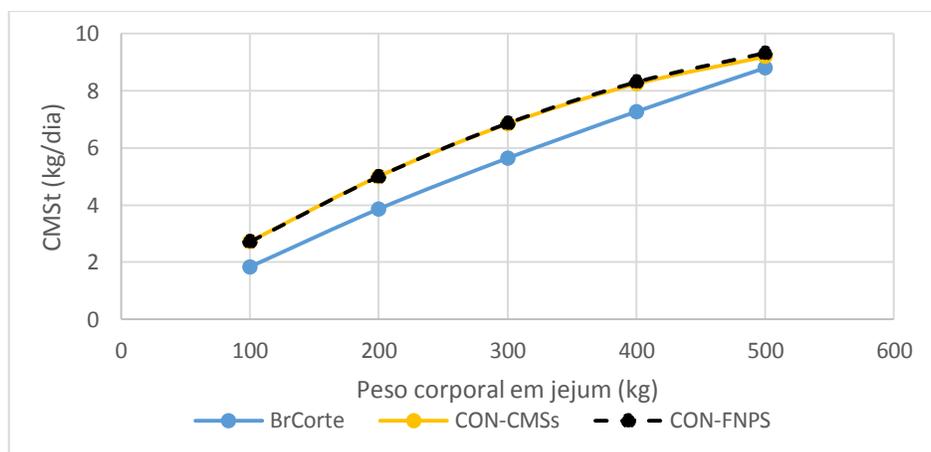
Como exemplo da evolução da PasPB, no CMSt para o método de pastejo rotacionado, foi plotado o Gráfico 8, simulando uma unidade experimental pastejando, em pastagens com diferentes porcentagens de PB. Foi considerada uma unidade experimental com PCJm de 400 kg, consumindo 0,5 kg de suplemento concentrado (para ROT-1 e ROT-2) ou 0,5 kg da fração não proteica do suplemento (para ROT-3 e ROT-4). A PasPB exerceu efeito aditivo no CMSp e efeito quadrático, o que significa que a proteína bruta do pasto (PasPB) estimula o CMSp até certo ponto. O ponto de máximo CMSp, para as situações apresentadas, ocorreu, quando o PasPB foi de 12%, sendo o CMSp de 11,0, 9,4, 11,2 e 9,5 kg/dia para ROT-1, ROT-2, ROT-3 e ROT-4, respectivamente.

O P de máximo para o CMSt de 12% da PasPB foi semelhante ao encontrado por Dórea (2010), em meta-análise realizada, no período das águas em que a PasPB foi de 12,3%. O valor de ponto de máxima, encontrado no presente estudo, semelhante ao encontrado em períodos de chuva, representa forragens de alta qualidade. Em compilação de dados com experimentos tendo PasPB acima de 12%, Koscheck (2013), avaliou suplementos proteicos e energéticos (sendo controle, 15% PB ou energético e acima de 25% PB ou proteico). Observou que o desempenho dos animais, recebendo suplemento energético, propiciou desempenho 4,5% superior aos animais recebendo suplemento proteico. As suplementações proteica e a energética resultaram em desempenho 36,7% e 43% superior ao dos animais que receberam apenas mistura mineral, respectivamente. O maior ganho com a suplementação energética, em situações de PasPB acima de 12%, foi pelo maior sincronismo entre energia e proteína (KOSCHECK, 2013).

No método de lotação ROT, o CMSp é maior quando comparado com o método de lotação CON. A PasPB, também, comportou-se de maneira semelhante ao modelo anterior; com o aumento da PasPB, ocorre o aumento no CMSp até o P de máxima. Em meta-análise, realizada por Dórea (2010), a média de consumo de suplemento foi de 0,48%PC e PC médio dos animais de 381kg. A forragem, no

período das águas, apresentou 12,3% de PB, sendo o CMSpasto médio de 2,05% de PC e, na seca, 7,9%PB no pasto e CMSpasto de 1,56%PC. Colocaram -se os valores de PC médio de 381kgPCJm, de 0,48%PC de ingestão de suplemento (equivalente de 700 g CMSs) e os valores de PasPB, nos métodos de lotação contínuo (Eq.13) e rotacionado (Eq.15). Para PBp de 12,3%PB (referente a águas), os valores de CMSpasto foram de 2,08% PCJm, para método contínuo e 2,72% PCJm para o rotacionado. Como resultado para PBpasto de 7,9%PB (referente a seca), os valores de CMSpasto foram de 1,98% PCJm, para método contínuo e 2,37% para o rotacionado. Os valores de CMSpasto foram semelhantes entre os trabalhos e com a realidade.

**Gráfico 9** Comparação entre o consumo de matéria seca total (CMSt) da equação  $CMS (kg/dia) = -1,912 + 0,900 \times CMSs + 0,094 \times PC^{0,75} + 1,070 \times GMD - 1,395 \times GMD^2$ , descrita por Azevêdo et al. (2016) no BRcorte 3.0 e as equações propostas para unidades experimentais zebuínos ou cruzados leiteiros em pastejo contínuo, com consumo de suplemento (CON-CMSs) e consumo da fração não proteica do suplemento (CON-FNPS).



O CMSt proposto por Azevêdo et al. (2016) utiliza como base para seu banco de dados animais no método de pastejo contínuo e o ganho médio diário (GMD) entra na equação. Por esse motivo, no exemplo (Gráfico 9), as equações utilizadas, para fazer as comparações, foram as Eq.9 (para CON-FNPS) e Eq.13 (para CON-CMSs. O PasPB de 10% foi utilizado para a equações e o CMSs de 0,855 kg/dia e da FNPS foi de 0,649 kg/dia, sendo as respectivas médias de consumo do banco de dados. Na equação do BRcorte, o GMD, utilizado no exemplo, foi de 0,48 kg/dia/unidade experimental (sendo a média de GMD do banco de dados) e o CMSs de 0,649 kg/dia. Considerando o FNPS (Tabela 5) afetando o CMSt, houve interação com o método de lotação contínuo ( $P < 0,01$ ), estimulando o CMSt. Não houve efeito na interação FNPS e método de pastejo rotacionado ( $P = 0,24$ ). Utilizando como exemplo a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, com o consumo da FNPS de 0,0 e 1 kg/dia, considerando PasPB de 10%, o CMSt aumentou em 0,41 kg/dia ou 5%. Isso indica efeito substitutivo aditivo da FNPS no CMSt, pois o aumento no CMSt não foi maior que o suplementado.

Considerando o CMSs (Tabela 6) afetando o CMSt, houve interação com o método de lotação contínuo ( $P < 0,01$ ), estimulando o CMSt. Não houve efeito na interação FNPS e método de pastejo rotacionado ( $P = 0,24$ ). Utilizando como exemplo a Eq.13, com o consumo da CMSs de 0,0 e 1 kg/dia, considerando PasPB de 10%, o CMSt aumentou em 0,53 kg/dia ou 7%. Isso indica efeito substitutivo aditivo da CMSs no CMSt, pois o aumento no CMSt não foi maior que o suplementado, mas, quando comparado à equação anterior, em que se utilizou a FNPS, o aumento no CMSt foi maior.

## 6 CONCLUSÃO

A suplementação concentrada interage com o método de lotação utilizado e, juntamente com o teor de proteína bruta da pastagem, o peso médio e o grupo genético animal alteram o consumo de matéria seca de forragem de bovinos de corte criados em pastejo em regiões tropicais. A substituição do consumo de forragem pelo consumo de suplemento ocorre de maneira mais pronunciada em método de pastejo com lotação rotacionado do que em sistemas com lotação contínua. Isso faz com que, de maneira geral, o consumo de matéria seca total se mantenha, quando animais recebem suplementação concentrada, em sistemas com método de lotação rotacionado e aumente, quando animais recebem suplementação concentrada, em sistemas com método de lotação contínuo.

A principal característica do suplemento que causa a substituição é a fração não proteica, de forma que o aumento da suplementação de proteína bruta não causa substituição do consumo de forragem. O teor de proteína bruta da forragem afeta, positivamente (com efeito quadrático, provocando aumento significativo até certo ponto, com máxima a 13% de proteína bruta na forragem) o consumo de matéria seca de pasto e total.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, M. S. Formulating lactating cow diets for carbohydrates. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 5., 2001, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas, 2001. 1 CD-ROM.
- ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regime de lotação contínua por bovinos de corte.** 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- ANDRADE GIMENES, F. M. **Produção e produtividade animal em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada.** 2010. 109 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010.
- ANDRADE, P.; ALCADE, C. R. Nutrição e alimentação de novilho precoce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE NOVILHO PRECOCE, 1., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: CATI, 1995. p. 93-109.
- ANUÁRIO da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP, 2015. v. 22.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CONFINADORES. **Levantamento da ASSOCON sobre o sistema de produção em confinamento no Brasil.** 2012. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/BeefPoint/assocon-censo-2012>>. Acesso em: 22 dez. 2016.
- AZEVÊDO, J. A. G. et al. Br corte, regulação e predição de consumo de matéria seca. **Br Corte**, Viçosa, MG, v. 3, p. 15-43, 2016.
- BALSALOBRE, M. A. A. Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado. 2002. 113 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- BARBERO, R. P. et al. Comportamento ingestivo de novilhos de corte sob diferentes alturas de pastejo do capim Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 3287-3294, 2012.

BARBOSA, F. et al. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação protéico-energética, durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 1, p. 160-167, 2007.

BIBBY, J.; TOUTENBURG, H. **Prediction and improved estimation in linear models**. Berlin: J. Wiley & Sons, 1977.

BOHNERT, D. et al. Protein supplementation of ruminants consuming low-quality cool-or warm-season forage: Differences in intake and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 11, p. 3707-3717, 2011.

CANDIDO, M. J. D. **Manejo de pastagens**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009.

CARVALHO, P. C. D. F.; SANTOS, D. D.; NEVES, F. P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 23-59.

CARVALHO, P. D. F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 871.

CASAGRANDE, D. R. Suplementação de novilhas de corte em pastagem de capim-marandu submetidos a intensidade de pastejo sob lotação contínua. 2010. 127 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2010.

CASTRO, A. A. Revisão sistemática e meta-análise. 2001. Disponível em: <metodologia.org/wp-content/uploads/2010/08/meta1.PDF>. Acesso em: 22 jan. 2017.

COLEMAN, S. W.; LIPPKE, H.; GILL, M. Estimating the nutritive potential of forages. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 5., 1999, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio: American Society of Animal Science, 1999. p. 647-695.

COSGROVE, G. Grazing behaviour and forage intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 59-80.

- COSTA, V. A. C. et al. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, p. 1788-1798, 2011a.
- COSTA, V. A. C. et al. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de alta qualidade em função da suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 9, p. 1803-1811, 2009.
- COSTA, V. A. C. et al. Digestibilidade total e parcial e balanço nitrogenado em bovinos em pastejo no período das águas recebendo suplementos com nitrogênio não-proteico e/ou proteína verdadeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 12, p. 2815-2826, 2011b.
- COSTA, V. G. et al. Comportamento de pastejo e ingestão de forragem por novilhas de corte em pastagens de milho e papua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 2, p. 251-259, 2011.
- DAVIES, D. R. et al. Advances in silage quality in the 21st Century. INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 14th., 2005, Belfast. **Proceedings...** Belfast: Wageningen Scientific, 2005. p.121-133.
- DETMANN, E. et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 162, p. 141-153, 2014a.
- DETMANN, E. et al. Aspectos nutricionais aplicados a bovinos em pastejo nos trópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 9. 2014, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2014b. p. 239-283.
- DETMANN, E. et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 126, n. 1, p. 136-146, 2009.
- DETMANN, E. et al. Princípios de nutrição de bovinos em pastejo nos trópicos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 2014, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CNPA, 2014c. p. 22.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. D. C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. **SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE**, 6., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 21-52.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. D. C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: **SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE**, 7., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 191-240.

DÓREA, J. R. R. **Níveis de suplemento energético para bovinos em pastagens tropicais e seus efeitos no consumo de forragem e fermentação ruminal**. 2010. 108 p. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

EUCLIDES FILHO, K. et al. Desempenho de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1114-1122, 2003.

EUCLIDES, V. P. B. Produção de carne em pasto. In: EVANGELISTA A. R.; SILVEIRA. P. J.; ABREU, J. G.(Ed.). **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. Lavras: UFLA, 2002. p. 145-192.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1805-1812, 2008.

EUCLIDES, V. P. B. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In: **SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE**, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, DZO, 2001. p. 55-82.

FISCHER, T. D. et al. Importância das características morfofisiológicas na seleção e ingestão de forragem pelos animais em pastejo (revisão de literatura). In: **JORNADA DE EXTENÇÃO**, 17., 2016, Ijuí. **Ensaio...** Ijuí: Unijuí, 2016. (Salão do Conhecimento).

FLORES, R. S. et al. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG**, v. 37, n. 8, p. 1355-1365, 2008.

FONSECA, L. et al. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 145, n. 1, p. 205-211, 2012.

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

GALYEAN, M. L.; HUBBERT, M. E. **Predicting intake by beef cattle—Relationship of dry matter intake to initial weight**. Clayton: Clayton Livestock Research Center, 1992.

GARCÍA, J. A. **Estructura del tapiz de praderas**. Montevideo: INIA, 1995. (Serie Técnica, v. 66).

GIONBELLI, M. P.; VALADARES FILHO, C.; DETMAN, E. **BR Corte: ajuste do peso corporal de bovinos para condições fisiológicas e de alimentação**. Viçosa, MG: UFV, 2016.

GLASS, G. V. Primary, secondary, and meta-analysis of research. **Educational Researcher**, Washington, v. 5, n. 10, p. 3-8, 1976.

GONÇALVES, A. D. C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2002. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

HALL, W. Efficiency of weighted averages. **Journal of Statistical Planning and Inference**, Amsterdam, v. 137, n. 11, p. 3548-3556, 2007.

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

ÍTAVO, L. et al. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em pastejo contínuo e rotacionado. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 57, n. 217 p. 43-52, 2008.

KOSCHECK, J. F. W. **Suplementos múltiplos na terminação de bovinos de corte em pastejo no período das águas**. 2013. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

LEAN, I. et al. Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: Methods and applications. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 8, p. 3545-3565, 2009.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 3-36.

LITTELL, R. C. et al. **SAS for mixed models**. 2nd ed. Cary: SAS Institute, 2006.

LITTELL, R. C. et al. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1999. 633 p.

LITTELL, R. C.; FREUND, R. J.; SPECTOR, P. C. **SAS system for linear models**. 3<sup>rd</sup>. Cary: SAS Institute, 1991. 329 p.

LOVATTO, P. et al. Meta-análise em pesquisas científicas-enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 285-294, 2007.

MAGGIONI, D. et al. Ingestão de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 963-974, 2009.

MARASCHIN, G. E. Relembrando o passado, entendendo o presente e planejando o futuro uma herança em forrageiras e um legado em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1 CD-ROM.

MENDES, F. B. L. **Níveis de suplementação em dietas de novilhos terminados em pastagens**. Itapetinga: UESB, 2013.

MEZZALIRA, J. C. et al. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1264-1270, 2012.

MINSON, D. **Forage in ruminant nutrition**. Queensland: Academic, 1990a. p. 162-205.

MINSON, D. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic, 1990b.

MONTAGNER, D. B. et al. Ingestão o de matéria seca por novilhas de corte em pastagem de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 4, 2011.

MOTULSKY, H.; CHRISTOPOULOS, A. **Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression**. San Diego: GraphPad Software, 2003. 351 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy, 2000. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Predicting feed intake of food producing animals**. Washington: National Academy, 1987. 85 p.

OLIVEIRA NETO, R. A. D. et al. Ingestive behavior, performance and forage intake by beef heifers on tropical pasture systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 8, p. 549-558, 2013.

PAULA, C. et al. Estrutura do dossel, consumo e desempenho animal em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 1, p. 169-176, 2012.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. Bovinocultura funcional nos trópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 275-305.

PAULINO, M. F.; DETMAN, E.; VALENTE, E. E. L. **Nutrição de bovinos em pastejo**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO-UFV, 2008. p. 131-169.

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

PAULINO, M. F. Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 137-156.

PAULINO, M. F. et al. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 153-196.

PAULINO, M. F. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 93-144.

PEREIRA, M. G.; GALVÃO, T. F. Heterogeneidade e viés de publicação em revisões sistemáticas. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 775-778, 2014.

PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. 760 p.

PITTROFF, W.; KOTHMANN, M. M. Quantitative prediction of feed intake in ruminants. II. Conceptual and mathematical analysis of models for cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 71, p. 151-169, 2001.

POPPI, D. P.; HUGHES, T.; L'HUILLIER, P. Intake of pasture by grazing ruminants. **Livestock Feeding on Pasture**, Hamilton, v. 7, p. 55-64, 1987.

POPPI, D. P.; MCLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 278-290, 1995.

REIS, A. R.; BARBERO, R. P.; KOSCHECK, J. F. W. Manejo de pastagens tropicais e suplementação alimentar para bovinos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL - SALA BOVINOS, 6., 2014, Estância de São Pedro. **Anais...** Estância de São Pedro: [s. n.], 2014. 1 CD-ROM.

REIS, R. A. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 147-159, 2009.

RESENDE, F. D. et al. Estratégias de suplementação na recria de bovinos de corte. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Embrapa, 2013. v. 1.

RESENDE, F. D. et al. **Estratégias de suplementação na recria e terminação de bovinos de corte**. In: SIMPÓSIO, 7., e CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009.

SANTOS, F. et al. Suplementação de vacas sob pastejo: considerações técnicas e econômicas visando maior rentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 8th, 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Interleite, 2007. p. 249-300.

SANTOS, L. C. et al. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 856-866, 2008.

SANTOS, M. E. R. et al. Características morfogênicas e estruturais de perfislos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 3, p. 535-542, 2011.

SARMENTO, D. O. D. L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SAUVANT, D. et al. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**, Penicuik, v. 2, n. 8, p. 1203-1214, Aug. 2008.

SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J. J. Les méta-analyses des données expérimentales: applications en nutrition animale. **Inra Productions Animales**, Saint-Genès-Champagnelle, v. 18, n. 1, p. 63-73, 2005.

SILVA, F. D. et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 371-389, 2009.

SILVA, R. R. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos Nelore recebendo níveis crescentes de suplementação em pastejo de capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 9, p. 2073-2080, 2010.

SILVA, S. C. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 122-138, 2007.

SILVEIRA, A. L. F.; GIONBELLI, M. P. Respostas à suplementação de bovinos de corte em pastagens tropicais no período das águas: revisão sistemática da literatura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009.

SOLLENBERGER, L.; BURNS, J. Canopy characteristics, ingestive behaviour and herbage intake in cultivated tropical grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 321-327.

SOUZA, M. A. et al. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fibre in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 42, n. 6, p. 1299-310, Aug. 2010.

ST-PIERRE, N. R. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 4, p. 741-755, 2001.

STOBBS, T. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. III.\* Influence of fertilizer nitrogen on the size of bite harvested by Jersey cows grazing *Setaria anceps* cv. Kazungula swards. **Crop and Pasture Science**, Victoria, v. 26, n. 6, p. 997-1007, 1975. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/cp/AR9750997>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

ST-PIERRE, N. R. Meta-analyses of experimental data in the animal sciences. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 343-358, 2007.

TEDESCHI, L. O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, Local, v. 89, p. 225-247, 2006. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MIimg&\\_imagekey=B6T3W-4HYN592-1-22&\\_cdi=4957&\\_user=952835&\\_orig=browse&\\_coverDate=09%2F30%2F2006&\\_sk=999109997&view=c&wchp=dGLbVlb-zSkWb&md5=54447b6433a76e19b2d58b67eaa788e8&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6T3W-4HYN592-1-22&_cdi=4957&_user=952835&_orig=browse&_coverDate=09%2F30%2F2006&_sk=999109997&view=c&wchp=dGLbVlb-zSkWb&md5=54447b6433a76e19b2d58b67eaa788e8&ie=/sdarticle.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2017.

THEIL, H. Economic forecasts and policy. In: STROTZ, R.; TINBERGEN, J. et al. (Ed.). **Contributions to economic analysis**. 2<sup>nd</sup> ed. Amsterdam: North-Holland, 1961. p. 6-48.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Relatório anual do setor pecuário do Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/giro-do-boi/usda-relatorio-anual-do-setor-pecuario-do-brasil/>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

VALADARES FILHO, S. C. et al. (Ed.). **Nutrient requirements of zebu beef cattle BR-CORTE**. 2. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2010. 185 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd. ed. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. 476 p.

WADE, M.; CARVALHO, P. D. F. **Defoliation patterns and herbage intake on pastures**. Wallingsford: CABI, 2008. p. 233-248. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dXTv2OjlccMC&oi=fnd&pg=PA233&dq=Patterns+of+defoliation+and+herbage+intake+on+pastures&ots=Kd3663\\_TdI&sig=3XvCj1y-yL0Ok3liePidqNB5\\_rM#v=onepage&q=Patterns%20of%20defoliation%20and%20herbage%20intake%20on%20pastures&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dXTv2OjlccMC&oi=fnd&pg=PA233&dq=Patterns+of+defoliation+and+herbage+intake+on+pastures&ots=Kd3663_TdI&sig=3XvCj1y-yL0Ok3liePidqNB5_rM#v=onepage&q=Patterns%20of%20defoliation%20and%20herbage%20intake%20on%20pastures&f=false)>. Acesso em: 12 jan. 2017,

WILSON, J. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 173-208.

ZIN, R.; GARCES, P. Suplementação de bovinos de corte a pasto: considerações biológicas e econômicas. SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 361-412.

## ANEXO I

### Periódicos pesquisados:

A1: Acta Tropica, Food and Bioprocess Technology (Online), Journal of Agricultural and Food Chemistry, Plos One.

A2: Animal Feed Science and Technology, European Food Research & Technology, Journal of Agricultural Science, journal of Animal Science, Journal Food Science, Journal of the Science of Food and Agriculture, Livestock Science.

B1: Acta Agriculturae Scandinavica. Section A, Animal Science, American Journal of Veterinary Research, Animal Science Journal, Archives of Animal Nutrition, Asian-Australians Journal of Animal Science, Canadian Journal of Animal Science, Ciência e Agrotecnologia (UFLA), Grass and Forage Science, International Journal of Environmental Health Research, International Journal of Food Sciences and Nutrition, International Journal of Food Science & Technology, Italian Journal of Food Sciences, Journal of Animal and Feed Sciences, Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Pesquisa Veterinária Brasileira, Revista Caatinga, Scientia Agricola, Spanish Journal of Agricultural Research, The Journal of Animal and Plant Sciences, Tropical Animal Health and Production.

B2: Acta Scientiae Veterinariae, Acta Scientiarum. Agronomy, Acta Scientiarum. Technology, Agrociencia, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Chilean Journal of Agricultural Research, Food Science and Biotechnology (Seoul), Fourrages (Versailles), Italian Journal of Animal Science, Journal of Agricultural Science and Technology, Journal of Animal and Veterinary

Advances, MVZ Cordoba, Revista Brasileira de Medicina Veterinária, Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Semina. Ciências Agrárias, South African Journal of Animal Science, Técnica Pecuaria en México, Tropical Grasslands.

B3: Acta Amazonica, Acta Scientiarum. Animal Sciences, Acta Scientiarum (UEM), African Journal of Agricultural Research, African Journal of Biotechnology, African Journal of Biotechnology, Archivos de Zootecnia, Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, Journal of Central European Agriculture, Pesquisa Agropecuária Tropical, Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Revista Ciência Agronômica, Revista Mvz Cordoba, Zootecnia Tropical – FONAIAP.

B4: American Journal of Animal and Veterinary Sciences, Animal Research, Ciência Animal Brasileira, Revista Científica Rural, The Scientific World Journal.

B5: Advance Journal of Food Science and Technology, Agrarian (Dourados. Online), Agrociencia (Montevideo), Agropecuária Catarinense, Agropecuária Técnica (UFPB), American Journal of Agricultural and Biological Sciences, American Journal of Environmental Sciences, Asian Pacific Journal of Tropical Disease, Cadernos de Ciência & Tecnologia, Ciência Veterinária nos Trópicos, Forage and Grazinglands, International Journal of Animal Sciences, International Journal of Applied Animal Sciences, Iranian Journal of Applied Animal Science, Journal of Animal Production Advances, Journal of animal science and biotechnology, Journal of Veterinary and Animal Sciences, Livestock Research for Rural Development, Pasturas Tropicales, Publication - European Association for Animal Production, Revista Científica de Produção Animal, Revista Colombiana de Ciencia Animal, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinaria e Agronomia

(PUCRS. Uruguaiiana), Revista de Agricultura (Piracicaba), Revista de Ciências Agroveterinárias (UDESC), Veterinária e Zootecnia (UNESP).

C: Canadian Veterinary Journal, Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal, Gaia Scientia (UFPB), Jornal Brasileiro de Ciência Animal, Revista Brasileira de Nutrição Animal, Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Revista do Setor de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná, Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas, Revista Universidade Rural. Série Ciências Exatas e da Terra (UFRRJ), Tecnologia & Ciência Agropecuária.

## ANEXO II

### Referências bibliográficas dos artigos utilizados no banco de dados:

BARROS, L. V. et al. 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**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2655-2672, 2014.

BARROS, L. V. et al. Níveis crescentes de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo no período das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1583-1598, 2015.

BARROS, L. et al. Replacement of soybean meal by cottonseed meal 38% in multiple supplements for grazing beef heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 4, p. 852-859, 2011.

BARROS, L. et al. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 4, p. 843-851, 2011.

BARROS, L. V. et al. Suplementação de bezerras de corte lactentes em sistema de creepfeeding e parâmetros nutricionais e produtivos de vaca de corte em pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2723-2738, 2014.

CABRAL, C. H. A. et al. Desempenho e viabilidade econômica de novilhos suplementados nas águas mantidos em pastagem de capim-marandu. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 173-181, 2011.

CASAGRANDE, D. R. et al. Performance and carcass quality of feedlot-or pasture-finished Nellore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 12, p. 899-908, 2013.

CASAGRANDE, D. R. et al. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 10, p. 2074-2082, 2011.

COUTO, V. R. M. et al. Energy sources and supplementation levels for beef heifers raised during the dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 11, p. 2494-2501, 2010.

DIAS, D. L. S. et al. Recria de novilhos em pastagem com e sem suplementação proteico/energética nas águas: consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 985-998, 2015.

DOMINGUES, F. N. et al. Desempenho ponderal de novilhas mestiças Holandês x Zebu submetidas a duas estratégias de suplementação mineral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, p. 343-349, 2008.

FERNANDES, H. J. et al. Avaliação nutricional, durante a amamentação, de tourinhos em pastejo recebendo suplementação proteica da amamentação à terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, p. 374-383, 2012.

FIGUEIREDO, D. M. D. et al. Levels of ground corn supplied to beef heifers at pasture during the rainy season: productive performance, intake, digestibility and microbial efficiency. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 11, p. 2523-2531, 2011.

GARCIA, J. et al. Consumo, tempo de pastejo e desempenho de novilhos suplementados em pastos de *Brachiaria decumbens*, durante o período seco. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2095-2106, 2014.

MACHADO, P. A. S. et al. Parâmetros nutricionais e produtivos em bovinos de corte a pasto alimentados com diferentes quantidades de suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 6, p. 1303-1312, 2011.

MARQUEZ, D. C. et al. Parâmetros nutricionais e produtivos de bezerras suplementadas a pasto com diferentes fontes de alimentos protéicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2709-2722, 2014.

MARTINS, L. S. et al. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas nelore em pastejo na época seca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1519-1530, 2015.

MATEUS, R. G. et al. Suplementos para recria de bovinos Nelore na época seca: desempenho, consumo e digestibilidade dos nutrientes. doi: 10.4025/actascianimsci. v33i1. 9100. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 87-94, 2011.

MENDONÇA, B. P. C. et al. Levels of mineral mixture and urea in supplementation of crossbred heifers, with Gyr predominance, reared at pasture during the dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 10, p. 2273-2280, 2010.

MOREIRA, F. B. et al. Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte, em crescimento e terminação, mantidos em pastagem de grama estrela roxa (*Cynodon plectostachyus* Pilger) no inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 449-455, 2003.

MORETTI, M. H. et al. Suplementação protéica energética no desempenho de novilhas em pastejo durante a fase de terminação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 606-612, 2011.

NASCIMENTO, M. L. D. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 4, p. 861-872, 2010.

NASCIMENTO, M. L. D. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos para recria de novilhos mestiços em pastejo durante o período de transição seca/águas: desempenho produtivo e características nutricionais1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1121-1132, 2009.

OJO, V. O. A. et al. Effects of supplementing *Leucaena leucocephala* and conserved forages from natural pasture on the performance of grazing calves. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 46, n. 1, p. 197-202, 2014.

PORTO, M. O. et al. Fontes suplementares de proteína para novilhos mestiços em recria em pastagens de capim-braquiária no período das águas: desempenho produtivo e econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 8, p. 1553-1560, 2009.

PORTO, M. O. et al. Formas de utilização do milho em suplementos para novilhos na fase de terminação em pastagem no período das águas: desempenho e parâmetros nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 12, p. 2251-2260, 2008.

PORTO, M. O. et al. Ofertas de suplementos múltiplos para tourinhos Nelore na fase de recria em pastagens durante o período da seca: desempenho produtivo e características nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 11, p. 2548-2557, 2011.

- RIBEIRO, M. D. et al. Consumo e desempenho de novilhas em pastagem recebendo suplementos com diferentes níveis de proteína não degradável no rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, p. 2486-2495, 2005.
- ROCHA, A. A. D. et al. Performance and nutritional evaluation of beef cattle raised on pasture, castrated at different ages, with and without supplementation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 1016-1024, 2012.
- SALES, M. F. L. et al. Supplementation levels for growing beef cattle grazing in the dry-rainy transition season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 4, p. 904-911, 2011.
- SANTOS, E. D. G. et al. Terminação de tourinhos Limousin x Nelore em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf, durante a estação seca, alimentados com diferentes concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1627-1637, 2004.
- SILVA-MARQUES, R. P. et al. Suplementos múltiplos para novilhas de corte em pastejo no período seco. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 525-540, 2015.
- SILVA, R. et al. Novilhos nelore suplementados em pastagens: consumo, desempenho e digestibilidade. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 59, n. 228, p. 549-560, 2010.
- SILVA, R. M. G. D. et al. Níveis de uréia em suplementos múltiplos para bovinos de corte durante a época seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 3, p. 543-553, 2008.
- SILVA, R. R. et al. Níveis de suplementação na terminação de novilhos Nelore em pastagens: aspectos econômicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 9, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982010000900030](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010000900030)>. Acesso em: 23 jan. 2017.
- SIMIONI, F. L. Níveis e frequência de suplementação de novilhos de corte a pasto na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 10, p. 2045-2052, 2014.

SOSSA, C. P.; BARAHONA, R. Comportamiento productivo de novillos pastoreando en trópico de altura con y sin suplementación energética. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 67-80, 2015.

SOUZA, D. R. D. et al. Suplementação proteica a pasto sob o consumo, digestibilidade e desempenho na terminação de novilhos Nelore na época das águas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-99402012000400014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-99402012000400014)>. Acesso em: 21 dez. 2016.

VALENTE, É. E. L. et al. Levels of multiple supplements or nitrogen salt for beef heifers in pasture during the dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 9, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982011000900024](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982011000900024)>. Acesso em: 21 jan. 2017.

## ANEXO III

## Abreviações e significado das siglas utilizadas no banco de dados

SIGLA ABREVIACÃO	SIGLA POR EXTENSO	SIGNIFICADO
N	Número de cada trabalho	Cada trabalho foi enumerado de forma aleatória para facilitar a identificação
Ano	Ano	Ano em que o trabalho foi publicado
EndNote	EndNote	Numeração de cada artigo do banco de dados no programa EndNote
Journal	Revista	Nome da revista do artigo
Journal_	Código da revista	Cada revista recebeu um código numérico
Trat	Tratamento	Indica a qual tratamento os animais foram submetidos (ex: suplementados a 0,3, 0,6 e 0,9% PC) e identifica o grupo controle
Trat_	Tratamento	Identifica grupo controle com a sigla (CON1) e ou sigla única para tratamentos com os animais suplementados com a sigla (TRAT)
Breed	Breed	Grupos genéticos que foram divididos em e grupos: -Zebu: animais zebuínos puros -Mestiço leite (ML): animais zebuínos cruzados com animais com aptidão leiteira. -Mestiço corte (MC): Animais zebuínos cruzados com animais com aptidão de corte.
Breed_cod	Código de breed	Cada grupo genético recebeu um código, sendo: 1 = zebu 2 = Mestiço corte 3 = Mestiço leite.

Gender	Gênero	Os animais classificados quanto à sua categoria, sendo: -Animais inteiros; -Animais castrados; -Vaca; -Novilha; -Bezerro.
Gender_	Código do gênero	Cada gênero recebeu um código aleatório, sendo: - 1 Animais inteiros; - 2 Animais castrados; - 3 Vaca; - 4 Novilha; - 5 Bezerro.
N_Trat	Número por tratamento	Número de animais por tratamento
PCi	Peso corporal inicial	Peso corporal da unidade experimental no início do experimento, quando não realizado jejum antes da pesagem
PCJi	Peso corporal em jejum inicial	Peso corporal da unidade experimental no início do experimento, quando realizado jejum antes da pesagem. Quando os animais não passaram por jejum prévio à pesagem, o PCJ foi calculado pelas equações:  Zebu $PVJ = 0,8800 \times PV^{1,0175}$  Cruzados Leiteiros $PVJ = 0,9664 \times PV^{1,0017}$ (Gionbelli <i>et al.</i> , 2016)
PCf	Peso corporal final	Peso corporal da unidade experimental no final do experimento, quando não realizado jejum antes da pesagem
PCJf	Peso corporal em jejum final	Peso corporal da unidade experimental no final do experimento, quando realizado

		jejum antes da pesagem ou calculada pelas equações de Gionbelli (2016)
PCJm	Peso corporal em jejum médio	Peso corporal médio da unidade experimental, sendo a média entre o PCJi e PCJf
Dias	Dias	Dias de duração do período experimental
GMD	Ganho médio diário	Ganho diário médio de peso dos animais no período experimental
GMDc	Ganho médio diário do grupo controle	Ganho diário médio de peso dos animais no período experimental dos animais do grupo controle, com objetivo de evidenciar o GMD do grupo controle para comparação com o GMD dos tratamentos.
GMDad	Ganho médio diário adicional	A diferença do GMD dos animais suplementados para o grupo controle, sendo: $GMDad = GMD - GMDc$
CMS	Consumo de matéria seca total	Consumo de matéria seca total em kg/dia
CMSpv	Consumo de matéria seca total por peso vivo	Consumo de matéria seca total em g/kgPCJm
Pas_tipo_	Tipo de pastagem	Nome completo da forrageira consumida no trabalho
Pas_tipo	Tipo de pastagem	As forrageiras foram classificadas pelo gênero, sendo: <i>Brachiaria</i> <i>Cynodon</i> <i>Panicum</i>
Pas_tipo_cod	Tipo de pastagem código	Cada gênero recebeu um código, sendo: 1 - <i>Brachiaria</i> 2 - <i>Cynodon</i> 3 - <i>Panicum</i>
MetLota	Método de	Método de lotação utilizada no

	lotação	experimento, sendo: CONT = Método lotação contínuo ROT = Método lotação rotacionado
Lotação	Lotação	A taxa de lotação classificada como fixa (mesmo número de animais) ou variável (a taxa de lotação era ajustada de acordo com o manejo da pastagem).
PasCMS	Consumo de matéria seca de pasto	Consumo de matéria seca de pasto em kg/dia
PasCMSpv	Consumo de matéria seca de pasto por peso vivo	Consumo de matéria seca de pasto em g/kgPCJm
PasPB	Proteína bruta do pasto	Proteína bruta do pasto em porcentagem
NDTpas	Nutrientes digestíveis totais do pasto	Nutrientes digestíveis totais do pasto em porcentagem
PasFDN	Fibra em detergente neutro do pasto	Fibra em detergente neutro do pasto em porcentagem
PasFDNcp	Fibra em detergente neutro do pasto corrigido para proteína	Fibra em detergente neutro do pasto corrigido para proteína em porcentagem
PasFDNi	Fibra em detergente neutro indigestível do pasto	Fibra em detergente neutro indigestível do pasto em porcentagem
PasFDA	Fibra em detergente ácido do pasto	Fibra em detergente ácido do pasto em porcentagem
PasFDAcp	Fibra em detergente ácido do pasto corrigido para proteína	Fibra em detergente ácido do pasto corrigido para proteína em porcentagem

PasCNF	Carboidratos não fibrosos do pasto	Carboidratos não fibrosos do pasto em porcentagem
DIVMS	Digestibilidade em vitro da matéria seca do pasto	Digestibilidade em vitro da matéria seca do pasto em porcentagem
DIVMSd	Digestibilidade em vitro da matéria seca da dieta	Digestibilidade em vitro da matéria seca da dieta em porcentagem
Pas_disp	Disponibilidade da forragem	Disponibilidade da forragem em kg/há
MSPd	Matéria seca de forragem potencialmente digestível	Matéria seca de forragem potencialmente digestível em kg/há
Época	Época	Estação do ano que o experimento foi realizado, sendo: águas, seca e transição águas/seca e seca/águas
Amost	Amostragem	Tipo de amostragem do pasto, sendo: Amostragem da planta toda, pastejo simulado e animais fistulados no esôfago
Supl_T	Tipo de suplemento	Os suplementos utilizados foram classificados de acordo com o teor de proteína bruta para padronização dos dados, sendo:  - Abaixo de 16,9 % de PB = Energético (ENER)  - De 17 a 29,9 % de PB = Energético proteico (ENER_PROT)  - Acima de 30 % de PB = Proteico (PROT).
SuplPB	Proteína bruta do suplemento	Proteína bruta do suplemento em porcentagem

Supl_CMSpv	Consumo de matéria seca do suplemento em porcentagem do peso vivo	Consumo de matéria seca do suplemento em porcentagem do peso vivo
Supl_CMSgd	Consumo de matéria seca do suplemento em gramas por dia	Consumo de matéria seca do suplemento em gramas por dia
Supl_CMSgvp	Consumo de matéria seca do suplemento em gramas por quilo	Consumo de matéria seca do suplemento em g/kg PCJm
SuplSMgr	Sal mineral em gramas no suplemento	Quantidade de sal mineral contida no suplemento em gramas
Supl_CMSgd_c	Consumo de matéria seca do suplemento sem a sal mineral em gramas por dia	Consumo de matéria seca do suplemento sem a sal mineral em gramas por dia
CMS_PTgr	Consumo de matéria seca de proteína do suplemento em gramas	Consumo de matéria seca de proteína do suplemento em g/dia
CMS_PDRgr	Consumo de matéria seca de proteína degradável no rúmen em gramas	Consumo de matéria seca de proteína degradável no rúmen em g/dia
NDTsupl	Nutrientes digestíveis totais do suplemento	Nutrientes digestíveis totais do suplemento em porcentagem
NDTd	Nutrientes digestíveis totais da dieta	Nutrientes digestíveis totais da dieta em porcentagem
NDTkg	Nutrientes digestíveis totais da dieta em quilo	Nutrientes digestíveis totais da dieta em kg/dia

SuplFDN	Fibra em detergente neutro do suplemento	Fibra em detergente neutro do suplemento em porcentagem
SuplFDNcp	Fibra em detergente neutro do suplemento corrigido para proteína	Fibra em detergente neutro do suplemento corrigido para proteína em porcentagem
SuplFDA	Fibra em detergente ácido do suplemento	Fibra em detergente ácido do suplemento em porcentagem
SuplFDAcp	Fibra em detergente ácido do suplemento corrigido para proteína	Fibra em detergente ácido do suplemento corrigido para proteína em porcentagem
PasCNF	Carboidratos não fibrosos do suplemento	Carboidratos não fibrosos do suplemento em porcentagem
PDR/MS	Proteína degradável no rúmen em porcentagem da matéria seca	Proteína degradável no rúmen em porcentagem da matéria seca
PNDR/MS	Proteína não degradável no rúmen em porcentagem da matéria seca	Proteína não degradável no rúmen em porcentagem da matéria seca
PDR/PB	Proteína degradável no rúmen em porcentagem da proteína bruta	Proteína degradável no rúmen em porcentagem da proteína bruta do suplemento