

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENATA FRANCIÉLI MORAES

RELAÇÕES ENTRE A ESTRUTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altissima* E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DOS ANIMAIS NA DEFINIÇÃO DE METAS DE MANEJO

CURITIBA

2018

RENATA FRANCIÉLI MORAES

RELAÇÕES ENTRE A ESTRUTURA DE PASTOS DE *Hemarthria
altissima* E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DOS ANIMAIS NA DEFINIÇÃO
DE METAS DE MANEJO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

Co-orientador: Prof. Dra. Alda Lúcia Gomes Monteiro
Prof. Dra. Claudete Reisdorfer Lang
Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva
Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho

CURITIBA

2018

M827r Moraes, Renata Franciéli
Relações entre a estrutura de pastos de *Hemarthria altíssima* e o comportamento ingestivo dos animais na definição de metas de manejo. / Renata Franciéli Moraes. Curitiba: 2018. 49 p.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – (Produção Vegetal).

Orientador: Anibal de Moraes

Coorientadora: Alda Lúcia Gomes Monteiro

Coorientadora: Claudete Reisdorfer Lang

Coorientador: Jonatas Thiago Piva

Coorientador: Paulo César de Faccio Carvalho

1. Pasto. 2. Ovino - Pastagem - Manejo. 3. Pastejo. I. Moraes, Anibal de. II. Monteiro, Alda Lúcia Gomes. III. Lang, Claudete Reisdorfer. IV. Piva, Jonatas Thiago, V. Carvalho, Paulo César de Faccio. VI. Título. VII. Universidade Federal do Paraná.

CDU 633.2.033: 636.32/.38



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **RENATA FRANCIÉLI MORAES** intitulada: **RELAÇÕES ENTRE ESTRUTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altissima* E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DOS ANIMAIS NA DEFINIÇÃO DE METAS DE MANEJO**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 01 de Março de 2018.



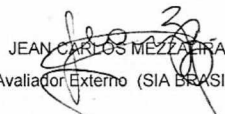
ANIBAL DE MORAES

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)




LIDIANÉ FONSECA

Avaliador Externo (UEPG)



JEAN CARLOS MEZZALANA

Avaliador Externo (SIA BRASIL)



PAULO CÉSAR DE PACCIO CARVALHO

Avaliador Interno (UFPR)

Dedico aos meus pais Pedro e Ilma, pelo exemplo de vida e por todo o amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, e por abençoar os meus passos.

Aos meus pais, Ilma Gracietti Moraes e Pedro Paulo Moraes, pela vida e amor incondicional. Por prezarem sempre pela educação e formação dos filhos, não medindo esforços para que pudéssemos atingir nossos objetivos.

Aos meus irmãos, Renato e Patrick, por todo o carinho, incentivo e apoio.

A toda minha família pelo apoio e pela compreensão quando não era possível estar com vocês em datas importantes e em momentos especiais.

Ao meu namorado Antonio Eduardo Coelho, pela convivência, companheirismo, paciência e ajuda nos momentos difíceis.

A todas as amigadas que construí nesse período, especialmente a Daniela, Georgia e Heloisa, pelos momentos de alegrias e por todo o apoio nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Anibal de Moraes, pela confiança depositada, por todo o ensinamento proporcionado, pelo acolhimento em seu grupo e pelo exemplo de profissional.

A Prof. Dra. Alda Lucia Gomes Monteiro por conceder a área e todo o suporte necessário para a realização do experimento.

Aos membros da banca: Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho, Dr. Jean Carlos Mezzalira e Prof. Dra. Lidiane Fonseca pelas contribuições e disponibilidade.

Aos demais professores que contribuíram de alguma forma na minha formação e na realização deste trabalho.

Aos meus colegas da pós-graduação, Breno Menezes de Campos, Daniela Maria Martin, Georgia Bascherotto Kleina, Gilmar Paulino Triches, Gustavo Henrique Padilha, Leonardo Deiss, Leonardo Silvestri Szymczak, Luciani Neves, Mauricio Schuster, Newton Costa Jr., Rafael Araújo Bonatto, Rafael Strapasson Vasselai, Rubia Luciane Dominschek Lima, Silvano Kruchelski e Thales Baggio Portugal, pelo convívio, acolhimento e amizade.

A todos os estagiários por todo o auxílio, especialmente a Andressa Spak de Oliveira pela ajuda em todas as etapas deste trabalho.

A Catarine Basso e a Thainá Freitas pela ajuda durante as avaliações a campo que foram fundamentais para o andamento do experimento.

Ao Leonardo Silvestri Szymczak, pelos ensinamentos e por toda a ajuda na execução deste trabalho.

A todos os funcionários da fazenda e da universidade, em especial a Lucimara Antunes da secretaria do PGAPV e a Maria Emilia Kudla do laboratório de Fitotecnia.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho e fizeram parte da minha formação. Obrigada!

É preciso sentir a necessidade da experiência, da observação, ou seja, a necessidade de sair de nós próprios para aceder à escola das coisas, se as queremos conhecer e compreender.

Émile Durkheim

RESUMO

A estrutura do pasto é determinante no comportamento ingestivo dos animais em pastejo, influenciando diretamente no consumo pelos animais. Por isso, torna-se importante a compreensão dos processos que relacionam a estrutura do pasto com a taxa de ingestão pelos animais. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a altura do pasto de *Hemarthria altissima* que maximiza a taxa de ingestão instantânea em ovinos. O experimento foi conduzido durante o período de 30 de janeiro a 21 de fevereiro de 2017, na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Paraná – UFPR, localizada no município de Pinhais, PR. Os tratamentos foram constituídos por sete alturas de pré-pastejo (12, 15, 18, 21, 24, 27 e 30 cm), em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. No pasto foram realizadas medidas de altura em pré e pós-pastejo, determinação da densidade volumétrica de forragem e seus componentes morfológicos. A taxa de ingestão instantânea, massa e taxa de bocados, e taxa de movimentos mandibulares totais foram determinados pela técnica da dupla pesagem associada ao IGER Behaviour Recorder e as proporções dos bocados por meio da metodologia do monitoramento contínuo de bocados (GRID). A estrutura do pasto apresentou diferença entre as alturas testadas, e afetou os componentes do comportamento ingestivo dos animais. Desta forma, a altura de 22,6 cm promoveu a máxima taxa de ingestão instantânea de forragem pelos ovinos.

Palavras-chave: Altura do pasto. Ovinos. Taxa de ingestão. Comportamento em pastejo.

ABSTRACT

The sward structure is determinant in the grazing animal behavior, directly influencing the animal intake. Therefore, it is important to understand the processes that relate the sward structure to the animals intake rate. The aim was to determining the sward height of *Hemarthria altissima* that maximizes the short-term herbage intake rate in sheep. The experiment was conducted from January 30 to February 21, 2017, at the Experimental Farm of the Federal University of Paraná - UFPR, located on Pinhais, PR. The treatments consisted of seven pre-grazing sward surface heights (12, 15, 18, 21, 24, 27 and 30 cm), in a randomized complete block design with four replications. The sward measurements included the pre and post-grazing canopy height, forage volume density and morphological components. The short-term herbage intake rate, bite mass, bite rate and total jaw movement rate were determined by the double-weighing technique associated with the IGER Behavior Recorder and well as bit proportions through by the methodology continuous bite monitoring (GRID). The sward structure different between the sward heights tested, and the ingestive behavior of the animals was affected by the sward structure. In this way, a height of 22.6 cm promoted the maximum short-term herbage intake rate by sheep.

Keywords: Sward surface height. Sheep. Intake rate. Grazing behavior.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO PASTO E O CONSUMO DE FORRAGEM PELOS ANIMAIS. AS CURVAS A, B E C INDICAM QUE É POSSÍVEL SE OBSERVAR DIFERENTES NÍVEIS DE CONSUMOS PARA UMA MESMA ALTURA, MASSA DE FORRAGEM OU ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR POR DIFERENÇAS NA ARQUITETURA OU QUALIDADE INTRÍNSECA DAS PLANTAS OU MESMO COM ANIMAIS DE DIFERENTES CONDIÇÕES CORPORAIS E POTENCIAIS GENÉTICOS.....20
- FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DA GRADE DE BOCADOS, ILUSTRANDO O TIPO DE BOCADO COM O RESPECTIVO CÓDIGO UTILIZADO EM PASTOS DE *Hemarthria altissima*. OS CÓDIGOS ILUSTRADOS NO MONITORAMENTO CONTINUO DE BOCADOS, FORAM UTILIZADOS PARA TODAS AS ALTURAS DO PASTO AVALIADAS. 27
- FIGURA 3 - COMPOSIÇÃO DA MASSA DE FORRAGEM PRÉ-PASTEJO EM MATERIAL SENESCENTE (MSS), COLMO+BAINHA (MSCB) E LÂMINA FOLIAR (MSLF), E RELAÇÃO FOLHA/COLMO (RFC) ($Y= 0,0036x^2 + 0,1687x - 1,2229$; $R^2=0,90$) EM FUNÇÃO DAS ALTURAS DE PASTOS DE *Hemarthria altissima*. 31
- FIGURA 4 - TAXA DE INGESTÃO INSTANTÂNEA DE MATÉRIA SECA EM FUNÇÃO DA ALTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altissima* ($Y= -0,03314x^2 + 1,496x - 8,814$; $R^2= 0,66$)..... 35
- FIGURA 5 - MASSA DE BOCADO EM FUNÇÃO DA ALTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altissima* ($Y= -0,5849x^2 + 27,32x - 170,8$; $R^2= 0,56$)..... 36
- FIGURA 6 - TAXA DE BOCADOS EM FUNÇÃO DA ALTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altissima* ($Y= 0,4543x + 66,01$; $R^2= 0,35$)..... 38
- FIGURA 7 - TAXA DE MOVIMENTOS MANDIBULARES TOTAIS EM FUNÇÃO DA ALTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altissima*..... 40

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DESCRIÇÃO DOS CÓDIGOS DE BOCADO E DE COMPORTAMENTO UTILIZADOS EM PASTAGEM DE <i>Hemarthria altissima</i>	28
TABELA 2 - ALTURA REAL EM PRÉ E PÓS-PASTEJO (CM) DE PASTOS DE <i>Hemarthria altissima</i> EM FUNÇÃO DAS ALTURAS TEÓRICAS.....	30
TABELA 3 - DENSIDADE VOLUMÉTRICA DE LÂMINAS FOLIARES (G MS M ⁻³), DENSIDADE VOLUMÉTRICA DE COLMOS+BAINHA (G MS M ⁻³) E DENSIDADE VOLUMÉTRICA TOTAL (G MS M ⁻³) POR ESTRATOS DE PASTOS DE <i>Hemarthria altissima</i> EM PRÉ-PASTEJO.....	33
TABELA 4 - PROPORÇÕES DE CADA CÓDIGO DE BOCADO CONSUMIDO (%) EM PASTOS DE <i>Hemarthria altissima</i> SOBRE A DIETA TOTAL EM OVINOS EM RELAÇÃO AS ALTURAS TESTADAS.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS

cm	—	Centímetro
DCB	—	Densidade de colmo+bainha
DLF	—	Densidade de lâmina foliar
dm ³	—	Decímetro cúbico
DT	—	Densidade total de forragem
g	—	Gramma
GRID	—	Grade de códigos de bocado
h	—	Hora
ha	—	Hectare
IAF	—	Índice de área foliar
IGER	—	Institute of Grassland and Environmental Research
kg	—	Kilograma
m	—	Metro
m ²	—	Metro quadrado
m ³	—	Metro cúbico
MB	—	Massa de bocado
mg	—	Miligrama
min	—	Minuto
MS	—	Massa seca
MSCB	—	Massa seca de colmo+bainha
MSLF	—	Massa seca de lâmina foliar
MSO	—	Massa seca de outras espécies
MSS	—	Massa seca de material senescente

MST	—	Massa seca total de forragem
RFC	—	Relação folha/colmo
s	—	Segundo
TB	—	Taxa de bocado
TI	—	Taxa de ingestão
TMMT	—	Taxa de movimentos mandibulares totais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.2	CRESCIMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS EM FUNÇÃO DO PASTEJO	17
2.3	IMPORTÂNCIA DA ESTRUTURA COMO CONDICIONANTE AO CONSUMO EM PASTEJO	19
2.4	CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DA TAXA DE INGESTÃO	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	ÁREA EXPERIMENTAL	23
3.2	TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	23
3.3	AVALIAÇÕES NO PASTO	24
3.4	AVALIAÇÕES NOS ANIMAIS	24
3.4.1	Técnica de Dupla Pesagem	24
3.4.2	Monitoramento Contínuo de Bocados	26
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5	CONCLUSÕES	42
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A forma como a planta é apresentada ao animal é definida como a estrutura do pasto, que é formada pela disposição espacial da biomassa aérea, resultante da dinâmica de crescimento dos componentes morfológicos que constituem a comunidade de plantas forrageiras (LACA e LEMAIRE, 2000). A estrutura do pasto, ao mesmo tempo que exerce influência sobre o comportamento ingestivo dos animais, também sofre mudanças por meio do pastejo, estabelecendo segundo Carvalho et al. (2009), uma relação de causa e consequência.

A estrutura é responsável pela velocidade e quantidade de nutrientes ingeridos durante o processo de pastejo. Como os animais realizam diversas atividades durante o dia, como pastejo, ruminação, socialização, entre outras, é importante que a destinação do tempo empregado em cada atividade não seja competitiva a ponto de trazer prejuízos ao consumo (CARVALHO et al., 2001). Para isso, o animal precisa selecionar e consumir estruturas que otimizam o processo de aquisição de alimentos e o custo de energia (CARVALHO, 2013). É nesse processo que a definição de metas de manejo baseadas na estrutura do pasto torna-se uma ferramenta fundamental para potencializar o consumo.

Diante disso, é preciso compreender os mecanismos envolvidos durante o processo de obtenção de forragem. Partindo da premissa de que o consumo é resultado da soma da massa de forragem colhida a nível de bocado, e que o animal repete essa ação milhares de vezes ao dia (MILNE, 1994), isso torna a massa de bocado como o principal parâmetro na otimização do consumo (HODGSON, 1985).

A relação entre a massa de bocado e a estrutura do pasto na definição da taxa de ingestão, começou a ser melhor detalhada em pastagens temperadas, atribuindo-se a menor produção animal nas espécies tropicais com a baixa qualidade da forragem (SOLLENBERGER; BURNS, 2001). No entanto, Silva e Carvalho (2005) ao reavaliar essa discussão concluíram que a estrutura do pasto é o fator que mais limita o consumo. Na sequência, diversas pesquisas reforçaram a importância da estrutura do pasto na definição da taxa de ingestão de forragem pelos animais. Espécies como *Panicum maximum* cv. Mombaça (PALHANO et al., 2007), *Sorghum bicolor* (FONSECA et al., 2013) e *Cynodon* sp. (MEZZALIRA et al., 2017), apresentaram

respostas semelhantes, comprovando que a taxa de ingestão é reflexo da massa de bocado, e que deve ser o parâmetro utilizado na definição de metas de manejo do pasto que otimizam o consumo.

Diante do exposto, a hipótese deste trabalho é que a estrutura do pasto de *Hemarthria altissima* formada por diferentes alturas, influencia no processo de colheita de forragem pelos animais, e que existe uma altura ótima na qual a taxa de ingestão instantânea é maximizada. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito da estrutura do pasto nos componentes constituintes do consumo de forragem e determinar a altura correspondente a estrutura que potencializa a taxa de ingestão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2 CRESCIMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS EM FUNÇÃO DO PASTEJO

A relação entre animais herbívoros e as plantas é antiga, este processo de co-evolução se iniciou por volta de 45 a 55 milhões de anos atrás e continua até o presente (STEBBINS, 1981). Essa complexa interação estabelecida entre planta e animal é caracterizada como uma relação de causa e consequência em que o animal precisa consumir estruturas da planta para suprir a demanda de nutrientes, enquanto a planta necessita recuperar estas estruturas para garantir sua sobrevivência (CARVALHO et al., 2009). Ao longo da evolução, os animais desenvolveram hábitos alimentares visando otimizar a ingestão de nutrientes pelo pastejo de forma a diminuir a probabilidade de ser predado por outro animal, assim assegurando a sua sobrevivência (PYKE, 1984). Durante esse processo, os animais perceberam que as suas demandas nutricionais eram melhor atendidas quando consumiam o estrato superior das plantas que era composto principalmente por folhas que possuem uma maior concentração de nutrientes (CARVALHO et al., 2009).

As folhas representam a estrutura essencial para o desenvolvimento e crescimento das plantas, e para isso dependem de luz que é fonte de energia para realizar o processo de fotossíntese e conseqüentemente a formação dos tecidos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2017). Após a desfolha, a planta apresenta um crescimento mais lento, isso se deve a redução da área foliar e da capacidade fotossintética das folhas remanescentes, esse processo de retomada do crescimento pode ser mais ou menos demorado, dependendo da intensidade de desfolha. À medida que novas folhas vão sendo expandidas, o ritmo de crescimento passa a aumentar de maneira linear e do mesmo modo há um aumento no acúmulo de matéria seca (MORAES; PALHANO, 2002). Contudo, o maior incremento de matéria seca ocorre até um determinado valor de índice de área foliar (IAF), a partir do qual as taxas de respiração e senescência se tornam elevadas resultando em menor acúmulo de forragem (PARSONS & CHAPMAN, 2000).

Em pastos com alto IAF observa-se um aumento no sombreamento das folhas mais velhas situadas no estrato inferior, além de maior incremento na massa de colmos e material senescente. Nesse cenário, a eficiência de utilização do pasto

diminui à medida que aumenta o IAF devido a diminuição na densidade de perfilhos e a baixa relação folha/colmo, momento em que a planta tenta compensar a competição por luz por meio do crescimento em altura (MORAES; PALHANO, 2002).

Por outro lado, quando a intensidade de desfolha é alta em pastos com maior altura, a capacidade fotossintética fica comprometida em virtude da baixa adaptação das folhas residuais sob alta intensidade luminosa e altas temperaturas, além da planta fazer uso das reservas orgânicas para recuperar a área foliar. Desta forma o rebrote inicial é lento até o momento que ocorre a expansão de novas folhas que passam a contribuir com maior eficiência na fotossíntese (NABINGER, 1997).

A quantidade de área foliar removida é dependente da intensidade de desfolha, que também influencia na velocidade de retomada do crescimento (SBRISSIA et al., 2009). Entretanto, a redução na fotossíntese não é necessariamente proporcional a área foliar removida, de acordo com Briske e Richards (1995), o microclima do ambiente pastoril, as diferentes idades das lâminas foliares e a fotossíntese compensatória, contribuem para diferentes reduções na fotossíntese após o pastejo. Como exemplo, em pastos com alto acúmulo de biomassa a redução na fotossíntese é maior que a proporção de área foliar removida, em situação oposta quando após a desfolha permanece uma alta proporção de folhas jovens a redução na fotossíntese está mais relacionada com a quantidade de área foliar removida.

Buscando entender as características no crescimento das plantas e a sua relação com o comportamento animal, diversos trabalhos foram realizados com esse objetivo. Como exemplo, estudos de Amaral et al. (2012) e Savian (2017) avaliando diferentes alturas em pré e pós-pastejo de azevém anual, constataram que quando o pastejo se inicia antes da planta atingir o máximo acúmulo de forragem e a desfolha é interrompida com 40% de rebaixamento da altura inicial, a produção total de forragem e a qualidade da forragem consumida foi maior quando comparado com maiores alturas de pré-pastejo e maior intensidade de desfolha, além disso o ganho de peso vivo foi maior. Portanto, estes trabalhos vêm confirmando a proposta desenvolvida por Carvalho (2013), de que a taxa de ingestão fosse o parâmetro decisivo na definição da melhor estrutura do pasto.

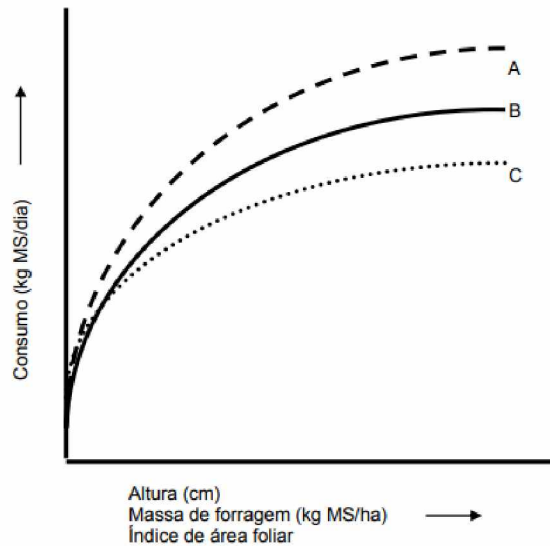
2.3 IMPORTÂNCIA DA ESTRUTURA COMO CONDICIONANTE AO CONSUMO EM PASTEJO

O ambiente pastoril é caracterizado pela complexa interação entre o componente animal e vegetal, que é definido por Carvalho et al. (2009) como um processo de causa e consequência, onde a estrutura do pasto é alterada pelo pastejo e simultaneamente essa mesma estrutura afeta o consumo de forragem pelos animais.

A estrutura do pasto é definida por Laca e Lemaire (2000) como “a distribuição espacial da biomassa aérea das plantas numa comunidade”, e é descrita por meio de variáveis que expressam a quantidade de forragem existente de forma bidimensional. As duas dimensões, vertical e horizontal, da distribuição da matéria seca de forragem no perfil do pasto, são geralmente expressas por variáveis como massa de forragem disponível, altura de plantas e composição botânica. Entretanto, os animais percebem e colhem uma estrutura de pasto em três dimensões, que pode ser caracterizado pela disposição espacial de plantas, densidade volumétrica, combinações de espécies, entre outros (CARVALHO et al., 2001).

Diante disso, a eficiente utilização dos recursos forrageiros é dependente do manejo adequado que proporciona a construção de estruturas favoráveis ao consumo. Essa estrutura passa a atender as exigências nutricionais e determina a taxa de ingestão de forragem pelos animais. Entretanto, o ecossistema pastoril possui uma heterogeneidade estrutural, que resulta em diferentes arranjos e arquiteturas dos tecidos vegetais. Isso faz com que uma mesma massa de forragem possa ser apresentada ao animal com diferentes combinações de altura e densidade, resultando em diferentes níveis de ingestão (CARVALHO et al., 2009). Essa interação entre planta e animal é descrito por Gordon e Illius (1992) como a resposta funcional clássica, onde a medida que aumenta a massa de forragem o consumo também acompanha esse aumento até um momento que ocorre a saturação do animal em processar o alimento, que faz com que a ingestão de forragem se estabilize (Figura 1).

FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO PASTO E O CONSUMO DE FORRAGEM PELOS ANIMAIS. AS CURVAS A, B E C INDICAM QUE É POSSÍVEL SE OBSERVAR DIFERENTES NÍVEIS DE CONSUMOS PARA UMA MESMA ALTURA, MASSA DE FORRAGEM OU ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR POR DIFERENÇAS NA ARQUITETURA OU QUALIDADE INTRÍNSECA DAS PLANTAS OU MESMO COM ANIMAIS DE DIFERENTES CONDIÇÕES CORPORAIS E POTENCIAIS GENÉTICOS.



Fonte: Adaptado de Carvalho et al., 2001.

Nesse sentido, a heterogeneidade do pasto exerce importante papel na seleção e ingestão de forragem pelos herbívoros, possibilitando ao animal obter uma dieta superior à média encontrada no pasto (CARVALHO et al., 2001). No entanto, algumas variáveis da estrutura podem ser um fator limitante ao consumo, entre estas destaca-se a altura, que é o critério de manejo comumente utilizado. De acordo com Baumont et al. (2004), a altura é o principal fator que afeta a massa de bocado, e em menor proporção a densidade de forragem. Visto que a massa de bocado é produto do volume do bocado (área x profundidade) e da densidade do pasto (LACA et al., 1992). Conseqüentemente, a massa de bocado está correlacionada com a profundidade do bocado, que equivale a aproximadamente metade da altura do pasto. Essa característica é definida como uma proporção constante entre a profundidade do bocado e a altura do pasto (GONÇALVES et al., 2009).

Carvalho et al. (2001) também confirmaram a importância da altura do pasto do ponto de vista do animal, afirmando que é preferível ter uma pastagem alta do que baixa e densa, sendo que a primeira potencializa o bocado enquanto que a última limita a profundidade do bocado. No entanto, alturas maiores do pasto em espécies

tropicais pode provocar uma redução na massa de bocado, que é associado ao maior acréscimo de colmos e a sua posição ao longo da altura do pasto, especialmente quando presente de forma mais acentuada no horizonte de pastejo (FISHER et al., 1991). Com isso, ocorre a formação de uma barreira ao aumento da profundidade do bocado (GINNET et al., 1999), que associado a uma maior resistência destes colmos ao corte, também ocasiona redução na área do bocado, afetando significativamente a massa de bocado ingerida (BENVENUTTI et al., 2006).

Segundo Utsumi et al (2009), os animais preferem uma estrutura de pasto que possa ser consumida rapidamente. Como os colmos são estruturas que demandam maior gasto de energia para serem colhidas, além de consumir um maior tempo de manipulação para serem ingeridos, os animais priorizam o consumo de folhas, que são estruturas que favorecem o processo de formação do bocado em um menor período de tempo (BENVENUTTI et al., 2008). Isso enfatiza a importância da taxa de ingestão como um parâmetro na definição de estruturas ótimas ao pastejo, que constitui a base científica de uma nova filosofia em manejo de pastagens, denominada como “Pastoreio Rotatínuo” (CARVALHO et al., 2013).

2.4 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DA TAXA DE INGESTÃO

O processo de pastejo é resultado da interação entre o animal e a comunidade de plantas e pode ser dividido em duas escalas temporais de curto e longo prazo. Visto que essa relação determina o consumo de nutrientes pelos animais em pastejo, é importante inicialmente compreender os processos envolvidos no curto prazo, para poder fazer inferências sobre o manejo do pasto. A curto prazo a relação entre o consumo e a disponibilidade de forragem define a taxa de ingestão, que representa a massa de forragem em gramas de matéria seca consumida por minuto de pastejo (CARVALHO et al., 2005).

Laca e Ortega (1995) definiram o bocado como sendo o átomo do pastejo, devido a importância desse componente para o consumo em pastagem. Segundo Milne (1994), um ruminante em pastejo pode realizar entre 10 e 40 mil bocados por dia. Dessa forma, mesmo variações pequenas na massa do bocado podem determinar o consumo pelo animal ao final de um dia, tornando o bocado um dos componentes decisivos na taxa de ingestão. Portanto, o animal busca maximizar o

consumo preferencialmente por meio do aumento da massa de bocado (NEWMAN et al., 1994), não necessitando aumentar a taxa de bocados para compensar o consumo em situações de baixa massa disponibilidade de forragem, e não precisando aumentar a taxa de movimentos mandibulares de mastigação e manipulação como ocorre em pastos mais altos (PRACHE, 1997). Desse modo, a estrutura torna-se determinante na massa do bocado, pois o aumento na massa seguido de uma redução dos movimentos de mastigação e manipulação, somente é possível quando a estrutura não limita as dimensões do bocado e favorece o processo de preensão e deglutição (BENVENUTTI et al., 2008).

Quando a massa de bocados aumenta de acordo com a massa de forragem disponível até atingir um ponto máximo, a taxa de bocados sofre o efeito inverso (FONSECA et al., 2013; SILVA et al., 2017). A baixa disponibilidade de forragem reduz a massa de bocados, refletindo em um aumento na taxa de bocados e no tempo de pastejo. Porém, em um determinado momento o animal não consegue mais compensar a baixa massa de bocados ao aumentar a frequência de bocados, e como resultado o consumo diminui. Em contrapartida, em pastos com elevada massa de forragem disponível, o aumento na proporção de colmos atua como uma barreira na formação do bocado, afetando as dimensões do bocado (BENVENUTTI et al., 2006). Além disso, ocorre um aumento na seleção das estruturas a serem consumidas, resultando em um maior intervalo entre bocados devido a maior frequência nos movimentos de manipulação e mastigação, com isso a taxa de ingestão é reduzida e a massa de bocados se estabiliza (CARVALHO et al., 2001).

No entanto, independente da massa de forragem disponível ao animal a tendência é que a taxa de movimentos mandibulares totais permaneça constante. A diferença está na variação do número de movimentos de preensão e mastigação. A medida que a massa do bocado diminui, os movimentos de preensão aumentam, enquanto que em bocados de maior massa o animal necessita de maior tempo para realizar movimentos mandibulares de mastigação (FONSECA et al., 2013; SILVA et al., 2017). Nestes casos, a estrutura é um fator limitante a taxa de ingestão, pois além do tempo destinado ao pastejo os animais também necessitam de tempo para ruminação e outras atividades de socialização. Esta restrição de tempo ao pastejo provoca a diminuição no consumo e conseqüentemente compromete o desempenho dos animais (HODGSON et al., 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na área do Laboratório de Produção e Pesquisa de Ovinos e Caprinos (LAPOC) da Fazenda Canguiri da Universidade Federal do Paraná – UFPR localizado no município de Pinhais, Paraná, Brasil (25°26'41"S e 49°11'33"W). O clima da região é classificado como subtropical úmido, do tipo Cfb, com verões frescos e inverno moderado, conforme a classificação de Köppen (CAVIGLIONE et al., 2000). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura argilosa. Utilizou-se uma área já estabelecida com uma mistura de duas cultivares de *Hemarthria altíssima* (Poir.) Stapf & C.E.Hubb. cv. Flórida e cv. Preferida, em uma área de 4.200 m², e dividida em 28 piquetes.

Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para realização de análise química do solo, que apresentou os seguintes valores: 5,31% de matéria orgânica, pH = 4,70 (CaCl₂), Al trocável = 0,10 (cmol_c dm⁻³), K = 0,48 (cmol_c dm⁻³), Ca = 4,70 (cmol_c dm⁻³), Mg = 3,10 (cmol_c dm⁻³), V (%) = 48 e P = 12,10 (mg dm⁻³). Foi efetuada somente a adubação com nitrogênio, na dose de 200 kg ha⁻¹ de N. Os demais parâmetros encontravam-se dentro dos níveis recomendados para a cultura.

3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram constituídos por sete alturas de pré-pastejo compreendidas por 12; 15; 18; 21; 24; 27 e 30 cm, em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Onde cada repetição foi composta por um piquete de 150 m², destes dois testes de pastejo foram realizados no período da manhã (entre 8:30 e 9:30h) e dois a tarde (entre 15:00 e 16:00h). As alturas foram formadas a partir do crescimento livre após uma roçada a 5 cm. Foram realizados 28 testes de pastejo com ovinos de 45 ± 1 min no período de 30 de janeiro a 21 de fevereiro de 2017.

3.3 AVALIAÇÕES NO PASTO

Para a determinação das alturas utilizou-se um bastão graduado (*Sward stick*) (BARTHAM, 1985). As medidas foram feitas no pré e pós-pastejo, em 150 pontos por unidade amostral.

Para a avaliação de massa de forragem foram realizados três cortes rentes ao solo no pré e pós-pastejo utilizando um quadro de 0,25 m². Posteriormente, as amostras foram separadas em lâmina foliar, colmo+bainha, material senescente e outras espécies. Após a separação, as amostras foram secas em estufa a 65°C até atingirem peso constante, para obtenção dos valores de massa seca de lâminas foliares (MSLF), massa seca de colmo+bainha (MSCB), massa seca de material senescente (MSS), massa seca total (MST), massa seca de outras espécies (MSO) e relação folha/colmo (RFC).

Também foi realizado o corte de duas amostras de forragem em pré-pastejo, estratificadas a cada 3 cm e com uma área de 0,02 m². Estas amostras foram separadas em componentes morfológicos para a determinação da densidade volumétrica de lâminas foliares (DLF), densidade volumétrica de colmo+bainha (DCB) e densidade volumétrica total (DT).

3.4 AVALIAÇÕES NOS ANIMAIS

3.4.1 Técnica de Dupla Pesagem

Para os testes de pastejo, utilizou-se seis ovelhas 1/2 White Dorper e 1/2 Suffolk, com peso médio de $77,55 \pm 0,75$ kg de peso vivo, destas somente três foram utilizadas como testers. Os animais passaram por um período de adaptação aos equipamentos e a pastagem por aproximadamente 30 dias e permaneceram durante o experimento em uma área adjacente constituída por pastagem da mesma espécie.

Nos dias de avaliação, os animais foram levados a um centro de manejo dentro da área de experimento, onde eram equipados com bolsas coletoras de fezes e urina e com IGER Behaviour Recorder que registra os movimentos mandibulares (manipulação e mastigação) e o tempo efetivo de pastejo por meio da soma dos períodos compostos por movimentos mandibulares, excluindo intervalos entre 3 s e 5

min de inatividade da mandíbula. Após cada teste de pastejo os animais permaneciam em um local cercado próximo a área de avaliação por um período de mesma duração dos testes (45 ± 1 min), ao ar livre e sem acesso a água e alimento, com objetivo de estimar as perdas metabólicas (evaporação de H_2O e produção de CO_2 e CH_4). Os dados foram posteriormente analisados pelo software Graze (RUTTER et al., 2000), e utilizados para o cálculo de massa de bocado, taxa de bocados e taxa de movimentos mandibulares totais.

Para a determinação da taxa de ingestão instantânea (TI) foi utilizada a técnica de dupla pesagem (PENNING; HOOPER, 1985). Para as pesagens foi utilizada uma balança digital (MGR-3000 junior, Toledo, Canoas, Brazil®) com precisão de 10 g. A taxa de ingestão instantânea foi calculada por meio da equação:

$$TI = ms \times \left\{ \left[\frac{(P1 - P2)}{(t2 - t1)} \right] + \left[\frac{(P3 - P4)}{(t4 - t3)} \right] \right\} \times \left[\frac{(t2 - t1)}{TE} \right]$$

Onde, TI é a taxa de ingestão instantânea; P1 e P2 são os pesos dos animais pré e pós-pastejo, respectivamente; P3 e P4 são os pesos dos animais pré e pós-pastejo das perdas metabólicas, respectivamente; T1 e T2 é o tempo de pré e pós-pastejo; T3 e T4 é o tempo de pré e pós-pastejo das perdas metabólicas; TE é o tempo efetivo de pastejo; ms é a proporção de matéria seca da forragem.

A massa de bocado (MB) foi obtida pela relação entre a massa total de forragem consumida e o número de bocados registrados em cada teste de pastejo. Para o cálculo da taxa de bocados (TB) dividiu-se o número de bocados pelo tempo efetivo de pastejo. A taxa de movimentos mandibulares totais (TMMT) foi calculada pela relação entre o número de movimentos mandibulares totais e o tempo efetivo de pastejo.

Para a correção do teor de matéria seca consumido pelos animais, foram utilizados os valores de massa de forragem expressos em porcentagem de matéria seca das coletas realizadas para a avaliação do monitoramento contínuo de bocados (BONNET et al., 2011).

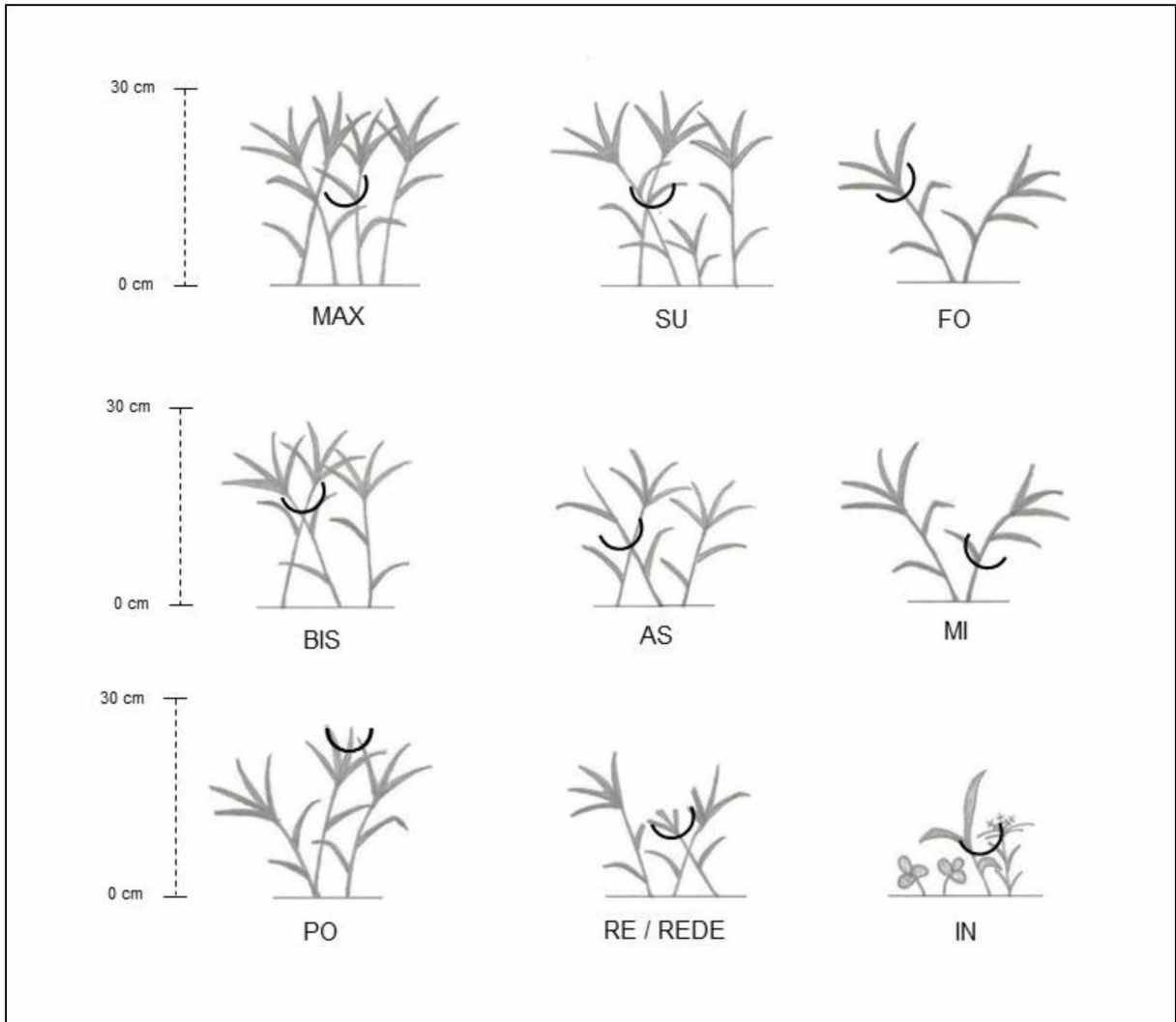
3.4.2 Monitoramento Contínuo de Bocados

A avaliação de monitoramento contínuo de bocados proposta por Bonnet et al. (2015), consiste em uma metodologia de avaliação que permite elevado detalhamento do comportamento ingestivo do animal em pastejo, permitindo identificar espécies e partes de plantas consumidas em cada bocado por meio da utilização de uma grade de códigos de bocados (GRID), em que o animal selecionado é analisado por um avaliador durante todo o período de avaliação. Utilizou-se dois animais testers por período do dia, sendo que cada unidade experimental continha um animal que foi observado individualmente por um avaliador no período da manhã e da tarde.

Primeiramente, foi feito um período de familiarização mútua entre o grupo de animais utilizados no experimento e os avaliadores, com a finalidade dos animais acostumarem com a presença humana. Devido a rotina diária de manejo que os animais estavam submetidos antes do experimento, o processo de familiarização foi de cinco dias, onde os animais permitiram uma aproximação dos avaliadores menor que 1 m, sem que houvesse alterações no comportamento natural do grupo e dos animais observados.

Durante o período de familiarização foi realizada a elaboração da grade de códigos de bocados, conforme a parte da planta escolhida pelo animal, o volume do bocado e a espécie selecionada (Figura 2).

FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DA GRADE DE BOCADOS, ILUSTRANDO O TIPO DE BOCADO COM O RESPECTIVO CÓDIGO UTILIZADO EM PASTOS DE *Hemarthria altissima*. OS CÓDIGOS ILUSTRADOS NO MONITORAMENTO CONTINUO DE BOCADOS, FORAM UTILIZADOS PARA TODAS AS ALTURAS DO PASTO AVALIADAS.



Fonte: A Autora (2018).

Ao todo foram criados dez códigos para bocados e seis códigos para comportamento, conforme descrito na Tabela 1. Posteriormente, foi realizado um treinamento em conjunto visando a memorização dos códigos e a padronização na identificação e registro dos bocados entre os avaliadores.

TABELA 1 – DESCRIÇÃO DOS CÓDIGOS DE BOCADO E DE COMPORTAMENTO UTILIZADOS EM PASTAGEM DE *Hemarthria altissima*.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS BOCADOS
MAX	Bocado no primeiro horizonte contendo elevada massa de folhas.
SU	Bocado no primeiro horizonte contendo menor massa de folhas em relação ao bocado MAX.
FO	Bocado composto de folhas presente no ápice de um único colmo.
BIS	Bocado composto de folhas presente no ápice de dois ou mais colmos.
AS	Bocado constituído principalmente por colmo e com poucas folhas, com ausência de folhas no ápice.
MI	Bocado composto pela soma dos bocados FO e AS, constituído pelas folhas do ápice juntamente com o colmo e as folhas basais.
PO	Bocado contendo 2 ou mais pontas de folhas.
RE	Bocado no segundo horizonte em local já pastejado, realizado após desferir bocado de outro código dentro da mesma estação alimentar .
REDE	Bocado no segundo e terceiro horizonte de pastejo em estação alimentar que já havia sido pastejada anteriormente.
IN	Bocado composto por outras espécie, com exceção da <i>Hemarthria altissima</i> .
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO COMPORTAMENTO
PA	Passos
CHE	Cheirar
LE	Levantar a cabeça
Ó	Ócio
MA	Manipulação
MATE	Mastigação

Fonte: A autora (2018).

Os registros dos bocados foram realizados durante 45 min utilizando um gravador portátil, sendo que o avaliador pronunciava em voz alta simultaneamente o código que estava sendo realizado pelo animal. Os dados obtidos foram transferidos para o software JWatcher®, que é capaz de processar os códigos registrados durante o período de avaliação.

Para a estimativa da porcentagem de matéria seca da forragem consumida, foram realizadas simulações de pastejo de acordo com cada código observado durante o período de avaliação. Para cada código de bocado executado pelo animal coletava-se 40 vezes a massa para os bocados que apresentavam maior frequência e 20 vezes para os bocados menos frequentes (BONNET et al., 2011). Após a simulação dos bocados as amostras foram pesadas e posteriormente secadas em estufa a 55°C até atingirem peso constante, para obtenção da porcentagem de matéria seca presente em cada tipo de bocado.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F. Quando detectadas diferenças, as médias das variáveis do pasto e proporção de tipos de

bocados foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$). A variável do pasto relação folha/colmo e as variáveis dos animais (taxa de ingestão, massa de bocado, taxa de bocado e taxa de movimentos mandibulares totais) foram analisadas por meio de equação linear ($y_{ij} = a + bx + \varepsilon_{ij}$) e quadrática ($y_{ij} = a + bx + cx^2 + \varepsilon_{ij}$). Quando mais de um modelo de ajuste foi significativo ($P < 0,05$), utilizou-se o modelo de AIC (AKAIKE, 1974) e o coeficiente de determinação (R^2) como critérios de predileção do modelo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alturas reais do pasto no pré e pós-pastejo são apresentadas na Tabela 2. Onde as alturas reais apresentaram menos de 3,4% de variação em relação as alturas teóricas em todos os tratamentos. Não houve diferença acima de 2,5% entre as alturas de pré e pós-pastejo. Isso garante que a mesma condição de estrutura do pasto foi oferecida aos animais ao longo de cada teste de pastejo.

TABELA 2 - ALTURA REAL EM PRÉ E PÓS-PASTEJO (CM) DE PASTOS DE *Hemarthria altissima* EM FUNÇÃO DAS ALTURAS TEÓRICAS.

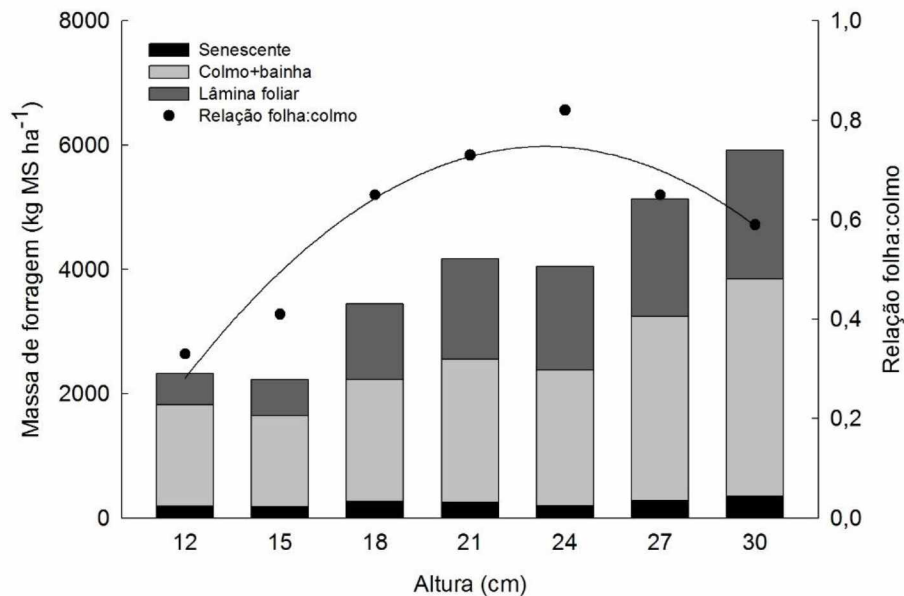
	Altura (cm)						
	12	15	18	21	24	27	30
Pré-pastejo	11,86±0,19*	14,95±0,19	18,32±0,20	21,71±0,22	24,24±0,23	27,05±0,26	31,02±0,27
Pós-pastejo	11,98±0,19	14,97±0,19	18,54±0,21	21,17±0,20	24,19±0,23	27,47±0,24	31,11±0,24

Fonte: A Autora (2018).

*Erro padrão da média.

As variáveis massa seca de lâminas foliares, massa seca de colmos+bainhas, relação folha/colmo e massa seca de material senescente apresentaram diferença significativa, enquanto que massa seca de outras espécies apresentou comportamento similar entre as alturas testadas. Como demonstrado na Figura 3, houve efeito crescente na massa de lâminas foliares e massa de colmos+bainhas em função das alturas testadas, o comportamento semelhante entre essas variáveis indica um aumento de massa a medida que as alturas também aumentaram. Embora seja ofertada maior massa de forragem aos animais, o maior aumento da massa de colmos em relação a massa de lâminas foliares, indica que o material ofertado nas maiores alturas apresenta menor qualidade, por ser oriundo de estruturas de menor valor nutricional. O que é evidenciado por Newman et al. (2003), que ao avaliar três alturas de manejo de pastos de *Hemarthria altissima* (20, 40 e 60 cm), constatou que os valores de proteína bruta e digestibilidade diminuíram de maneira linear conforme aumentou a altura do pasto. A altura de 30 cm apresentou 48% mais material senescente que altura de 15 cm, em função da maior massa de forragem que aumenta o sombreamento das estruturas presentes nos estratos inferiores, promovendo maiores incrementos de massa de material senescente (HODGSON, 1990).

FIGURA 3 - COMPOSIÇÃO DA MASSA DE FORRAGEM PRÉ-PASTEJO EM MATERIAL SENESCENTE (MSS), COLMO+BAINHA (MSCB) E LÂMINA FOLIAR (MSLF), E RELAÇÃO FOLHA/COLMO (RFC) ($Y = 0,0036x^2 + 0,1687x - 1,2229$; $R^2=0,90$) EM FUNÇÃO DAS ALTURAS DE PASTOS DE *Hemarthria altissima*.



Fonte: A autora (2018).

A variável relação folha/colmo apresentou comportamento quadrático em função da altura de manejo do pasto. Isso se deve ao fato de que o maior incremento na massa de folhas em relação a proporção de massa de colmos, foi maior até a altura de 23,4 cm, porém a partir desta altura ocorreu um efeito inverso, onde o acréscimo na proporção de massa de colmos foi superior a massa de folhas. Fonseca et al. (2012) ao avaliar diferentes alturas de sorgo forrageiro, observou que o maior incremento de colmos ocorreu após a altura que maximizou a taxa de ingestão pelos animais, evidenciando a importância desse componente morfológico na estrutura do pasto e no consumo pelos animais.

De maneira geral, a maior densidade volumétrica de lâminas foliares foi constatada nos estratos intermediários, já para a densidade volumétrica de colmo+bainha, os maiores valores ocorreram nos estratos inferiores e foram diminuindo com o aumento dos estratos. Esse resultado foi observado para todas as alturas (Tabela 3). E entre as alturas, verificou-se aumento na densidade de colmos conforme o crescimento do pasto, tanto nos estratos inferiores como nos estratos

pastejáveis. O aumento na proporção de colmos nas maiores alturas do pasto promove maior competição de luz entre as plantas, favorecendo o maior acúmulo de colmos e de material senescente (SILVA; NASCIMENTO JR. et al., 2007).

Para a densidade volumétrica total de forragem constatou-se que as maiores densidades estão presentes no estrato de 0-3 cm, e reduzem nos estratos superiores. Nota-se que a maior densidade total nos estratos inferiores é resultado do maior incremento da densidade de colmos. Entre as alturas testadas, a maior densidade total na parte superior que corresponde a profundidade de pastejo de 50%, está presente nas alturas maiores. Sabe-se que a densidade do pasto faz parte dos constituintes da massa do bocado (LACA et al., 1992), portanto sendo uma variável importante na determinação da taxa de ingestão. No entanto, como no estrato superior a participação de colmos na densidade total acaba sendo maior nas espécies tropicais em relação as espécies temperadas, essa maior proporção de colmos no horizonte de pastejo passa a ser um limitante na formação de bocados com elevada massa de forragem (GINNET et al., 1999; BENVENUTTI et al., 2006).

Fisher et al. (1991), ao avaliar três gramíneas C4 e uma C3 constatou que no estrato superior do pasto da espécie C3 houve um predomínio de folhas, enquanto que nas espécies C4 a presença de colmos ocorreu ao longo da altura das plantas. Com isso, pode-se inferir que pastos de plantas C4 são mais heterogêneos quando comparado a espécies C3. Além disso, Benvenuti et al. (2006) destaca a importância da densidade de colmos e da presença destes ao longo da altura das plantas em pastos tropicais, que podem influenciar na taxa da ingestão atuando como barreiras na formação do bocado.

TABELA 3 - DENSIDADE VOLUMÉTRICA DE LÂMINAS FOLIARES (G MS M⁻³), DENSIDADE VOLUMÉTRICA DE COLMOS+BAINHA (G MS M⁻³) E DENSIDADE VOLUMÉTRICA TOTAL (G MS M⁻³) POR ESTRATOS DE PASTOS DE *Hemarthria altíssima* EM PRÉ-PASTEJO.

Estratos	Altura (cm)						
	12	15	18	21	24	27	30
Densidade Volumétrica de Lâminas Foliare (g MS m ⁻³)							
33-36						9,95 ^{aD}	15,98 ^{aBC}
30-33						22,16 ^{aD}	28,58 ^{aAB}
27-30					10,59 ^{cD}	74,99 ^{aBC}	46,81 ^{bA}
24-27				12,64 ^{cC}	33,99 ^{bBC}	98,43 ^{aAB}	45,21 ^{bA}
21-24			12,81 ^{cC}	41,30 ^{bB}	40,44 ^{bABC}	101,03 ^{aA}	44,25 ^{bA}
18-21			31,81 ^{cBC}	59,84 ^{bAB}	49,67 ^{bcAB}	105,29 ^{aA}	43,23 ^{bcA}
15-18	4,54 ^{dD}	7,00 ^{dC}	54,22 ^{bcA}	67,50 ^{bA}	56,40 ^{bcA}	105,12 ^{aA}	43,65 ^{cA}
12-15	20,48 ^{eCD}	28,60 ^{deB}	66,45 ^{abA}	68,10 ^{abA}	52,15 ^{bcAB}	86,41 ^{aABC}	41,54 ^{cdA}
9-12	48,81 ^{bcAB}	54,19 ^{bcA}	67,51 ^{abA}	54,19 ^{bcAB}	47,99 ^{bcAB}	81,26 ^{aABC}	37,77 ^{cAB}
6-9	66,30 ^{aA}	51,58 ^{abA}	49,56 ^{abAB}	40,21 ^{bB}	37,06 ^{bABC}	65,90 ^{aC}	31,46 ^{bAB}
3-6	47,07 ^{aAB}	26,77 ^{abBC}	22,98 ^{bC}	17,22 ^{bC}	21,83 ^{bCD}	28,81 ^{abD}	15,19 ^{bBC}
0-3	30,27 ^{aBC}	14,47 ^{abBC}	16,13 ^{abC}	16,99 ^{abC}	10,83 ^{abD}	11,36 ^{abD}	4,27 ^{bC}
Densidade Volumétrica de Colmo+Bainha (g MS m ⁻³)							
30-33							0,55 ^{aF}
27-30						0,29 ^{aF}	6,65 ^{aF}
24-27						5,95 ^{aEF}	20,05 ^{aEF}
21-24					0,60 ^{aD}	22,05 ^{aDEF}	35,06 ^{aEF}
18-21				4,25 ^{aCD}	5,66 ^{aD}	39,32 ^{aDEF}	46,74 ^{aDEF}
15-18			0,60 ^{bD}	18,34 ^{abCD}	21,66 ^{abCD}	53,20 ^{abCDEF}	69,62 ^{aCDE}
12-15			7,00 ^{bD}	36,10 ^{abBCD}	37,05 ^{abABC}	74,48 ^{abCDE}	78,64 ^{aCDE}
9-12	2,55 ^{cC}	2,93 ^{cC}	29,51 ^{bcCD}	63,30 ^{abBC}	56,92 ^{abcABC}	84,09 ^{abBCD}	101,52 ^{abCD}
6-9	41,87 ^{bC}	46,63 ^{bC}	68,01 ^{abBC}	88,14 ^{abB}	77,54 ^{abAB}	111,38 ^{aBC}	111,76 ^{aBC}
3-6	130,10 ^{abB}	131,54 ^{abB}	95,02 ^{abB}	88,71 ^{bB}	94,61 ^{abB}	135,31 ^{abB}	146,57 ^{aB}
0-3	304,66 ^{cdA}	268,72 ^{dA}	320,16 ^{cdA}	406,42 ^{bA}	357,94 ^{bcA}	387,03 ^{bA}	486,67 ^{aA}
Densidade Volumétrica Total (g MS m ⁻³)							
33-36						9,95 ^{aE}	15,98 ^{aG}
30-33						22,16 ^{aE}	29,14 ^{aFG}
27-30					10,59 ^{bD}	75,29 ^{aDE}	53,47 ^{abEFG}
24-27				12,64 ^{bE}	33,99 ^{bCD}	104,38 ^{aCD}	65,27 ^{abDEFG}
21-24			12,81 ^{cD}	41,30 ^{bcDE}	41,05 ^{bcCD}	123,08 ^{aBCD}	79,31 ^{abCDEFG}
18-21			31,81 ^{cD}	64,10 ^{bcCDE}	55,34 ^{bcBCD}	144,61 ^{aBCD}	89,98 ^{bcDEF}
15-18	4,54 ^{cD}	7,00 ^{cD}	54,83 ^{bcCD}	85,84 ^{bBCD}	78,06 ^{bBC}	158,33 ^{aBC}	113,28 ^{abBCDE}
12-15	20,48 ^{cd}	28,60 ^{cd}	73,46 ^{bcBCD}	104,21 ^{abBC}	89,21 ^{bBC}	160,89 ^{aBC}	120,19 ^{abBCD}
9-12	51,37 ^{cd}	57,13 ^{cd}	97,02 ^{bcBC}	117,50 ^{abBC}	104,91 ^{bcB}	165,35 ^{aBC}	139,30 ^{abBC}
6-9	108,18 ^{bC}	98,22 ^{bC}	117,58 ^{bB}	128,35 ^{abB}	114,61 ^{bB}	177,28 ^{aB}	143,23 ^{abBC}
3-6	177,18 ^{aB}	158,32 ^{abB}	118,00 ^{bB}	105,93 ^{bBC}	116,45 ^{bB}	164,12 ^{abBC}	161,76 ^{abB}
0-3	334,93 ^{cdA}	283,20 ^{dA}	336,30 ^{cdA}	423,42 ^{bA}	368,78 ^{bcA}	398,39 ^{bA}	490,95 ^{aA}

Fonte: A Autora (2018).

^{a-e} Médias seguidas de letras diferentes na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

^{A-G} Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

A composição da dieta dos animais foi constituída principalmente por três tipos de bocados, porém a representatividade de cada bocado apresentou variação nas diferentes alturas testadas (Tabela 4). Nas alturas de 12 a 24 cm o bocado MAX que é caracterizado por ser um bocado de elevada massa de folhas, ocorreu em maior proporção em relação aos demais. Apesar das alturas menores apresentarem menor massa de forragem, este bocado possibilitou ao animal realizar bocados de maior massa quando comparado aos demais, portanto o animal priorizou esse bocado visando o aumento da taxa de ingestão. Em contrapartida, as alturas maiores do pasto apresentaram alta massa de forragem disponível, entretanto a presença de colmos nos estratos superiores limitou as dimensões do bocado. Nessa situação, o animal optou por bocados de menor profundidade, com isso houve um aumento na realização de bocados FO, que é formado por folhas presentes no ápice de um único colmo. Além disso, nas alturas de 27 e 30 cm, a distribuição das folhas nos estratos superiores apresentou uma maior dispersão espacial, tornando esse bocado mais fácil de ser apreendido. Essa alteração na estrutura também favoreceu o aumento da realização de bocados de menor massa como o bocado SU, em detrimento de bocados de maior massa como o MAX.

TABELA 4 - PROPORÇÕES DE CADA CÓDIGO DE BOCADO CONSUMIDO (%) EM PASTOS DE *Hematria altíssima* SOBRE A DIETA TOTAL EM OVINOS EM RELAÇÃO AS ALTURAS TESTADAS.

Códigos	Altura (cm)						
	12	15	18	21	24	27	30
MAX	60,50 ^{bA}	74,60 ^{aA}	79,17 ^{aA}	60,27 ^{bA}	59,20 ^{bA}	38,17 ^{cA}	26,07 ^{dB}
SU	11,22 ^{abBC}	6,57 ^{bB}	3,20 ^{bB}	10,30 ^{abBC}	12,02 ^{abBC}	18,32 ^{aB}	18,80 ^{aBC}
FO	12,92 ^{bB}	10,22 ^{bB}	6,07 ^{bB}	16,52 ^{bB}	14,05 ^{bB}	30,82 ^{aA}	37,60 ^{aA}
BIS	0,80 ^{aC}	0,30 ^{aB}	0,37 ^{aB}	1,90 ^{aC}	1,32 ^{aCD}	2,55 ^{aC}	1,50 ^{aD}
AS	1,85 ^{aBC}	0,30 ^{aB}	0,17 ^{aB}	0,10 ^{aC}	0,07 ^{aD}	0,35 ^{aC}	0,47 ^{aD}
MI	7,07 ^{aBC}	3,87 ^{aB}	8,40 ^{aB}	8,95 ^{aBC}	6,97 ^{aBCD}	6,87 ^{aBC}	7,62 ^{aCD}
PO	0,12 ^{aC}	0,07 ^{aB}	0,05 ^{aB}	0,60 ^{aC}	1,85 ^{aCD}	1,15 ^{aC}	1,17 ^{aD}
RE	1,07 ^{aC}	1,32 ^{aB}	0,07 ^{aB}	0,02 ^{aC}	0,00 ^{aD}	0,00 ^{aC}	0,00 ^{aD}
REDE	0,92 ^{aC}	0,35 ^{aB}	0,00 ^{aB}	0,00 ^{aC}	1,57 ^{aCD}	0,00 ^{aC}	0,00 ^{aD}
IN	3,47 ^{aBC}	2,32 ^{aB}	2,50 ^{aB}	1,32 ^{aC}	2,87 ^{aBCD}	1,75 ^{aC}	6,75 ^{aD}

Fonte: A Autora (2018).

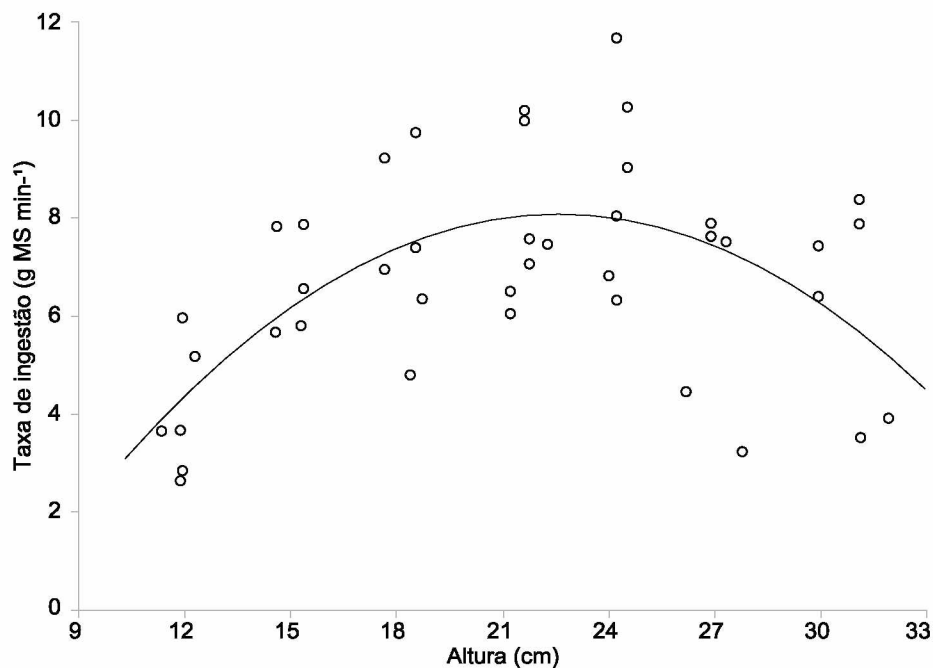
^{a-d} Médias seguidas de letras diferentes na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

^{A-D} Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

A Figura 4 demonstra que a taxa de ingestão instantânea apresentou aumento até um máximo, e a partir disso, a taxa de ingestão diminuiu em função das maiores alturas do pasto. Isso indicou que a máxima taxa de ingestão foi obtida na altura de

22,6 cm. Estes resultados apontam para a importância da estrutura do pasto como determinante para o consumo em pastejo. Como observa-se na Figura 4, tanto alturas menores quanto alturas maiores que 22,6 cm, influenciaram a taxa de ingestão negativamente, sendo consequência direta da alteração na massa do bocado (AGREIL et al., 2005; GONÇALVES et al., 2009; MEZZALIRA et al., 2014). Nesse sentido, é possível afirmar que existe um intervalo ótimo da altura do pasto que corresponde à estrutura que favorece a velocidade de ingestão de forragem e proporciona elevada taxa de ingestão. Carvalho et al. (2016), comenta a importância do manejo baseado no parâmetro de taxa de ingestão, ao esclarecer que a quantidade de forragem consumida é o fator que mais limita a produção animal, quando comparado a atributos químicos da forragem.

FIGURA 4 - TAXA DE INGESTÃO INSTANTÂNEA DE MATÉRIA SECA EM FUNÇÃO DA ALTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altissima* ($Y = -0,03314x^2 + 1,496x - 8,814$; $R^2 = 0,66$).

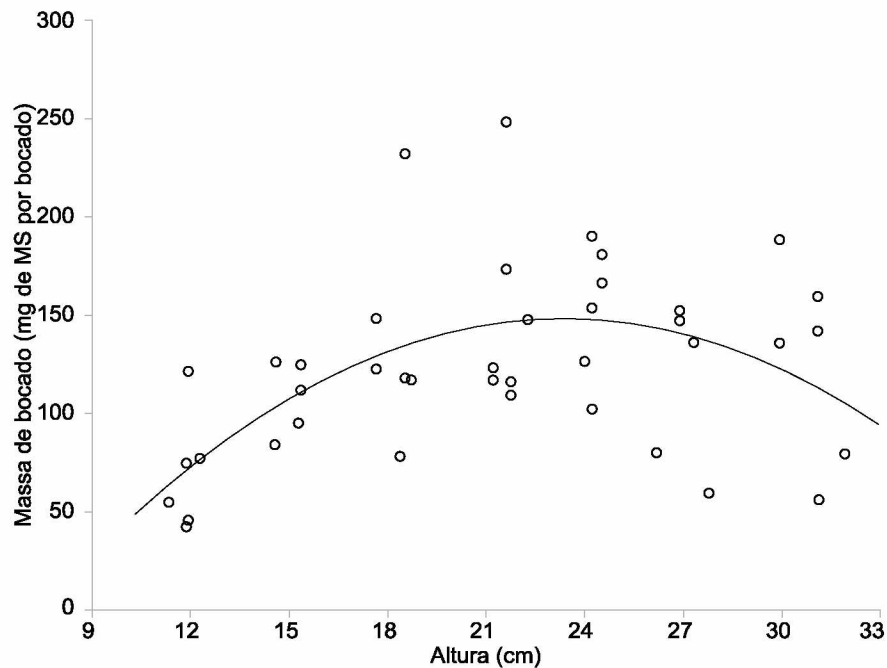


Fonte: A Autora (2018).

A massa de bocado apresentou aumento até a altura de 23,4 cm, e a partir desse ponto houve redução com o aumento da altura do pasto (Figura 5). Gonçalves et al. (2009) ao testar diferentes alturas de uma pastagem nativa com ovinos e bovinos, obteve maior massa de bocado na altura correspondente à máxima taxa de

ingestão, evidenciando correlação positiva entre taxa de ingestão e massa de bocado, que também foi observada no presente trabalho.

FIGURA 5 - MASSA DE BOCADO EM FUNÇÃO DA ALTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altissima* ($Y = -0,5849x^2 + 27,32x - 170,8$; $R^2 = 0,56$).



Fonte: A Autora (2018)

A massa de bocado é definida como um dos componentes mais importantes na determinação da taxa de ingestão de forragem (HODGSON et al, 1994), isso é atribuído pelo fato de sofrer influência direta da estrutura do pasto que causa alterações mais intensas na profundidade do bocado e em menor proporção na área do bocado, que são os principais constituintes na formação da massa do bocado (SILVA; CARVALHO, 2005), já que a massa do bocado é resultado do volume (profundidade x área) e da densidade do pasto (LACA et al., 1992). Assim, presume-se que as diferenças de massa do bocado entre as alturas foram decorrentes das mudanças estruturais do pasto. Isso fica em evidência quando analisa-se os constituintes da estrutura do pasto juntamente com os resultados da massa de bocado. Conforme houve o aumento das alturas do pasto, também aumentou a densidade de lâminas foliares nos estratos pastejáveis, e verificou-se um aumento na proporção de massa de lâminas foliares em relação a massa de colmo+bainha. Neste cenário, o aumento da altura do pasto oportunizou ao animal desferir bocados de

maior profundidade e com maior proporção e densidade de folhas, que refletiu diretamente no aumento da massa de bocado próximo à altura de maior taxa de ingestão. Entretanto, nas alturas menores mesmo o animal realizando maior proporção de bocados MAX, a massa de bocado foi reduzida devido a menor disponibilidade de massa de forragem presente no estrato pastejável.

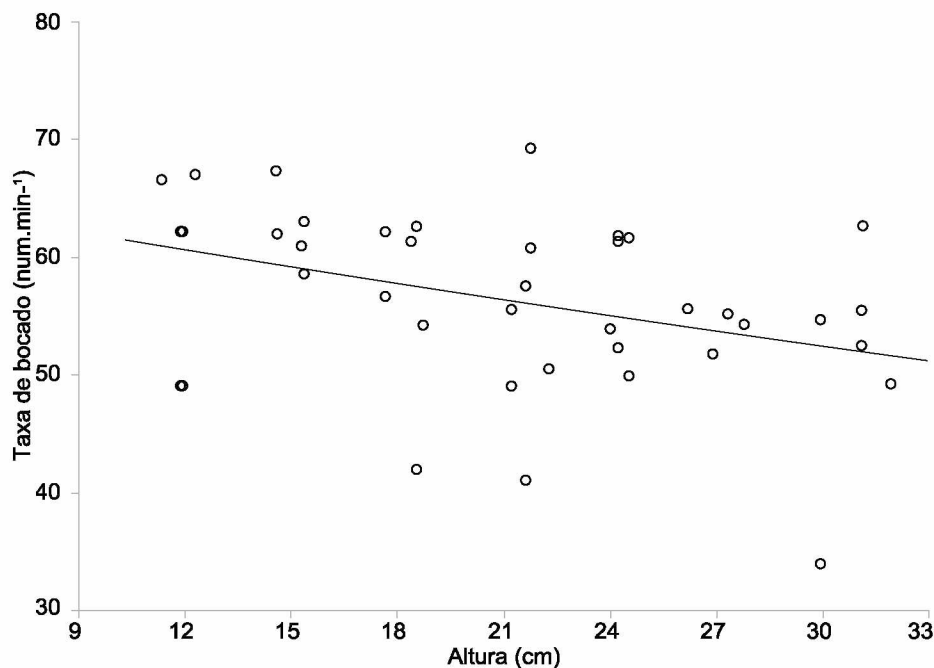
Por outro lado, nas alturas posteriores as alturas correspondentes a maior massa de bocado, a presença de colmos no estrato superior pode ter afetado o processo de formação do bocado. Embora, em estudo com espécies tropicais apontam que a densidade de colmos não afeta a profundidade do bocado (BENVENUTTI et al., 2009), estes podem atuar como uma barreira horizontal ocasionando uma redução na área do bocado (BENVENUTTI et al., 2006). Contudo, colmos mais longos quando comparado a colmos mais curtos em um pasto de mesma altura, afeta a massa de bocado por restringir a profundidade do bocado, e como consequência ocorre redução na taxa de ingestão (GINNET et al., 1999). Com isso, o animal aumentou a proporção de bocados do tipo FO, que é constituído por folhas presentes no ápice de um único colmo, como forma de selecionar partes mais nutritivas da planta. Porém, esse bocado apresenta menor massa em relação ao bocado MAX, que foi mais frequente nas alturas próximas a maior taxa de ingestão, que por possuir maior profundidade e massa de forragem teve maior contribuição para o aumento da massa de bocado nas alturas intermediárias. De acordo com Burns et al. (1991), a forma como a lâmina foliar é apresentada ao animal e a facilidade em que pode ser apreendida em separado do colmo e de material senescente, pode ser considerado um fator mais importante que a densidade e a relação folha/colmo, especialmente em espécies C4 (SOLLENBERGER E BURNS et al., 2001).

De acordo com Newman et al. (1994), os animais possuem duas alternativas para aumentar a taxa de ingestão: aumentar a massa colhida por bocado ou diminuir o tempo de manipulação dos bocados. Entretanto, em maiores alturas os colmos afetam a formação do bocado causando aumento nos movimentos de manipulação (BENVENUTTI et al., 2008). Esse processo favorece a redução da massa do bocado, trazendo prejuízos a taxa de ingestão.

Para a taxa de bocados observa-se que nas menores alturas do pasto houve um aumento na taxa de bocados, que pode ser justificado pelo fato de que nestas alturas a massa de bocado foi menor, fazendo com que o animal aumentasse a taxa

de bocados na tentativa de manter a taxa de ingestão em níveis satisfatórios (Figura 6). Porém, mesmo com o aumento na taxa de bocados a taxa de ingestão não foi compensada em menores disponibilidades de forragem. O contrário ocorre nas alturas maiores, apesar da massa dos bocados também serem menores há uma diminuição na taxa de bocados. Isso pode ser atribuído ao maior tempo necessário para a realização do bocado e para os processos de manipulação e mastigação a fim de selecionar as folhas e evitar o consumo de colmos (BENVENUTTI et al., 2008).

FIGURA 6 - TAXA DE BOCADOS EM FUNÇÃO DA ALTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altíssima* ($Y = 0,4543x + 66,01$; $R^2 = 0,35$).



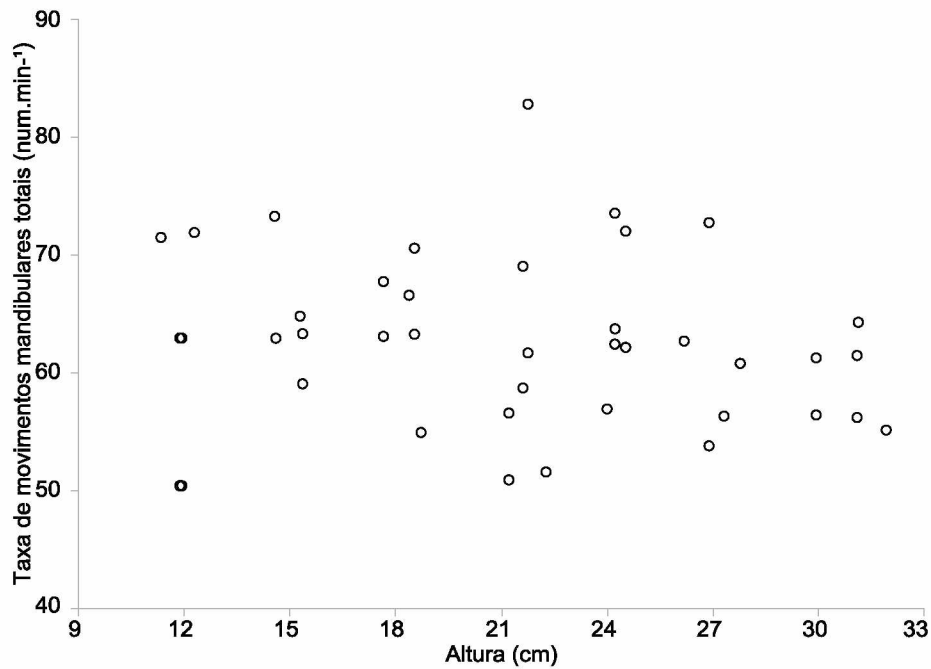
Fonte: A Autora (2018).

Os resultados encontrados na literatura para taxa de bocados em ovinos apresentam valores com maiores variações em relação a bovinos. Barbosa (2006) encontrou valores de 34 a 42 bocados/min em intensidades de pastejo baixa e moderada respectivamente, para pastos de azevém por meio de observações visuais. Enquanto Gonçalves et al. (2009), ao avaliar diferentes alturas de uma pastagem nativa encontrou taxa de bocados entre 52 a 92 bocado/min com a utilização do IGER. Além da diferença de espécies e estruturas do pasto que podem ocasionar maiores variações na taxa de bocados, as metodologias empregadas também podem estimar

diferentes números de bocados, visto que os ovinos apresentam com frequência movimentos compostos de apreensão e mastigação (UNGAR; RUTTER, 2006).

A taxa de movimentos mandibulares totais foi constante, não apontando efeito significativo das alturas avaliadas (Figura 7). A taxa de movimentos mandibulares totais é reflexo do tempo necessário para realizar um bocado juntamente com os movimentos de manipulação e mastigação. Como a taxa de movimentos mandibulares totais é praticamente constante, e como citado anteriormente a taxa de bocados diminui com o aumento da altura do pasto, é possível afirmar que a contribuição de movimentos mandibulares de não-bocados (manipulação e mastigação) aumenta com as maiores alturas do pasto. Isso se deve ao fato de que em alturas menores a massa de bocado é reduzida e a taxa de bocado é aumentada na tentativa de manter o consumo em níveis elevados (HODGSON, 1985), no entanto como existe um custo fixo de tempo para o animal abrir e fechar a boca ao realizar um bocado, a compensação no consumo é parcial, resultando em menores taxas de ingestão (NEWMAN et al., 1994).

FIGURA 7 - TAXA DE MOVIMENTOS MANDIBULARES TOTAIS EM FUNÇÃO DA ALTURA DE PASTOS DE *Hemarthria altíssima*.



Fonte: A Autora (2018).

Por outro lado, nas alturas maiores do pasto, o aumento dos movimentos mandibulares de não-bocados pode estar associado a bocados de maior massa que requerem maior taxa de manipulação e mastigação. No entanto, no presente trabalho após a altura de máxima taxa de ingestão, houve diminuição na massa de bocado e aumento na taxa de movimentos mandibulares de não-bocados, que pode ser resultado da dispersão espacial das folhas nos estratos pastejáveis que ocasiona aumento nos movimentos de captura e manipulação fora da boca (CARVALHO et al., 2001), e também aumento no teor de fibras que dificulta a ruptura dos tecidos, causando consequências como a diminuição da área do bocado e o aumento do tempo destinado a mastigação (GORDON et al., 1996). Ressaltando que diferentemente dos bovinos, os ovinos somente realizam um novo bocado quando o bocado anterior já tenha sido deglutido, além de realizarem com frequência bocados compostos de prensão e mastigação, que o aparelho registrador de movimentos mandibulares não consegue distinguir (BREMM et al., 2012). Técnicas acústicas apresentam maior precisão na diferenciação destes movimentos mandibulares, indicando em estudos de Ungar e Rutter (2006) que cerca de 63% dos bocados detectados pelo aparelho registrador de movimentos mandibulares são de

movimentos compostos, enquanto que 10% do número de mastigação podem não ser necessariamente mastigação. Estas diferenças podem apresentar variações maiores ou menores conforme a espécie e a estrutura do pasto que é oferecido ao animal (UNGAR; RUTTER, 2006).

5 CONCLUSÕES

A estrutura do pasto de *Hemarthria altíssima* influenciou no comportamento ingestivo dos ovinos. Dessa forma, a altura de 22,6 cm potencializou o consumo, resultando em uma maior taxa de ingestão pelos animais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inovações no manejo do pasto proposto por Carvalho (2013), estão baseadas na otimização do processo de aquisição de forragem pelos animais. Esse novo conceito de manejo propôs a existência de uma estrutura ideal que permite ao animal ingerir forragem sob altas taxas de ingestão. Como existe grande diversidade de espécies utilizadas como fonte de alimento para os animais e que apresentam características estruturais distintas entre si, cada espécie possui uma altura diferente que oportuniza ao animal potencializar a taxa de ingestão. Entretanto, o declínio acentuado na taxa de ingestão ocorre a partir de 40% da redução da altura inicial para todas as espécies, de acordo com trabalhos que avaliaram diferentes espécies até o momento, como sorgo forrageiro (FONSECA et al., 2012), azevém (AMARAL et al., 2012), aveia e *Cynodon* sp. (MEZZALIRA et al., 2014). Portanto, para pastos de *Hemarthria altíssima* a altura de 22,6 cm permite ao animal maximizar a taxa de ingestão e manter em níveis elevados até atingir a altura de rebaixamento de 13,6 cm, a partir da qual a redução na taxa ingestão passa a ser acentuada.

REFERÊNCIAS

- AGREIL, C.; FRITZ, H.; MEURET, M. Maintenance of daily intake through bite mass diversity adjustment in sheep grazing on heterogeneous and variable vegetation. **Applied Animal Behaviour Science**, v.91, p.35-36, 2005.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control** AC 19: 716-723, 1974.
- AMARAL, M. F.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; DA TRINDADE, J. K.; GIBB, M. J.; SUÑE R. W. M.; CARVALHO P. C. F. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. **Grass and Forage Science**, v.68, p.271-277, 2012.
- BARBOSA, C. M. P. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção de cordeiros. Porto Alegre: UFRGS. **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2006.
- BARTHAM, G. T. Experimental Techniques: The HFRO Sward Stick. In: The Hill Farming Research Organization. Biennial Report, HFRO, Midlothian, p.29-30, 1985.
- BAUMONT, R.; COHEN-SALMON, D.; PRACHE, S.; SAUVANT, D. A mechanistic model of intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal decisions. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.112, n.1, p.5-28, 2004.
- BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, D. P. The effects of stem density of tropical swards and age of grazing cattle on their foraging behavior. **Grass and Forage Science**, v.63, p.1-8, 2008.
- BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, D. P. The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. **Grass and Forage Science**, v.61, p.272-281, 2006.
- BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, D. P. CROWTER, R.; SPINKS, W.; MORENO, F. C. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing five tropical grasses. **Livestock Science**, v.126, p.229-238, 2009.
- BONNET, O. J. F.; HAGENAH, N.; HEBBELMANN, L.; MEURET, M.; SHRADER A. M. Is Hand Plucking an Accurate Method of Estimating Bite Mass and Instantaneous Intake of Grazing Herbivores? **Rangeland Ecol Manage**, v.64, p.366–374, 2011.

BONNET, O. J. F.; MEURET, M.; TISCHLER, M. R.; CEZIMBRA, I. M.; AZAMBUJA, J. C. R.; CARVALHO, P. C. F. Continuous bite monitoring: a method to assess the foraging dynamics of herbivores in natural grazing conditions. **Animal Production Science**, v.55, n.3, p.339-349, 2015.

BREMM, C.; LACA, E. A.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C.; ELEJALDE, D. A. G.; GONDA, H. L.; CARVALHO, P. C. F. Foraging behaviour of beef heifers and ewes in natural grasslands with distinct proportions of tussocks. **Applied Animal Behaviour Science**, v.141, p.108-116, 2012.

BRISKE, D. D.; RICHARDS, J. H. Plant responses to defoliation: a physiological, morphological and demographic evaluation. In: BEDUNAH, D. J.; SOSEBEE, R. E. (Ed.). **Wildland plants: physiological geology and developmental morphology**. Denver: Society for Range Management, 1995. p.635-710.

BURNS, J. C.; POND, K. R.; FISHER, D. S. Effects of grass species on grazing steers: II. Dry matter intake and digest kinetics. **Journal of Animal Science**, v. 69, p.1199-1204, 1991.

CARVALHO P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behaviour support innovations in grassland management? **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v. 1, p. 137-155, 2013.

CARVALHO, P. C. F.; BREMM, C.; BONNET, O. J. F.; SAVIAN, J.; SCHONS, R. M. T.; SZYMCZAK, L. S.; PORTUGAL, T. B.; MOOJEN, F. G.; SILVA, D. F. F.; MARIN, A.; GANDARA, L.; BOLZAN, A. M. S.; S. NETO, G. F.; MORAES, A.; MONTEIRO, A. L.; SANTOS, D. T.; LACA, E. A. Como a estrutura do pasto influencia o animal em pastejo? Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e fundamentos do Pastoreio "Rotatínuo". In: PEREIRA, O. G. et al. (Org). VIII SIMFOR – Simpósio sobre Manejo estratégico da pastagem. 22ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v.8, p.1-333, 2016.

CARVALHO, P. C. F.; GENRO, T. C. M.; GONÇALVES, E. N.; BAUMONT, R. A estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: Reis, R. A. et al. (Orgs.). *Volumosos na Produção de Ruminantes*, Jaboticabal, Funep, p.107-124, 2005.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A.; & DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.853-871.

CARVALHO, P. C. F.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L.; WESP, C. L. ; TRINDADE, J. K.; NEVES, F. P.; PINTO, C. E.; AMARAL, M. F. ; BREMM, C.; AMARAL, G.

A.; SANTOS, D. T.; CHOPA, F. S.; GONDA, H.; NABINGER, C.; POLI, C. H. E. C. Do bocado ao sitio de pastejo: Manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. In: SOUZA, F. F. et al. (Org). VII Simposio e III Congresso de Forragicultura e Pastagens. Lavras-MG: UFLA, v.1, p.116-137, 2009.

CAVIGLIONE J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI P. H.; OLIVEIRA D. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000.

FISHER, D. S.; BURNS, J. C.; POND, R.D.; MOCHRIE, R. D.; TIMOTHY, D. H. Effects of grass species on grazing steers: I. Diet composition and ingestive mastication. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1188-98, 1991.

FONSECA, L.; CARVALHO, P. C. F.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; GALLI, J. R.; GREGORINI, P. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing *Sorghum bicolor* swards. **Journal of Animal Science**, v.91, n.9, p.4357-4365, 2013.

FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; FILHO, R. S. A.; GONDA, H. L.; CARVALHO, P. C. F. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. **Livestock Science**, v.145, p.205-211, 2012.

GINNET, T. F.; DANKOSKY, J. A.; DEO, G.; DEMMENT, M. W. Patch depression in grazers: the roles of biomass distribution and residual stems. **Functional Ecology**, v.13, p.37-44, 1999.

GONÇALVES, E. N.; CARVALHO, P. C. F.; KUNRATH, T. R.; CARASSAI, I. J.; BREMM, C.; FISCHER, V. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n.9, p.1655-1662, 2009.

GORDON, I. J.; ILLIUS, A. W.; MILNE, J. D. Sources of variation in the foraging efficiency of grazing ruminants. **Functional Ecology**, v.10, p.219-226, 1996.

GORDON, I. J.; ILLIUS, A. W. Foraging strategy: monoculture to mosaic. In: SPEEDY, A. W. (Ed.). **Progress in Sheep and Goat Research**. Wallingford: CAB International, p.153-178, 1992.

HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.44, p.339-346, 1985.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, p.203, 1990.

HODGSON, J.; CLARK, D. A.; MITCHELL, R. J. Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Based on the National Conference on Forage Quality, Lincoln: American Society of Agronomy. 1994. p.796-827.

HODGSON, J.; COSGROVE, G. P.; WOODWARD, S. J. R.; Research on foraging behaviour: progress and priorities. In: Buchanan-Smith, J. G., Bailey, L. D. & McCaughey, P. (eds.) **Proceedings of the 18th International Grassland Congress**, Winnipeg, Canadá, p.109-118, 1997.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Ed.). **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**. New York: CAB, p.103-122, 2000.

LACA, E. A.; ORTEGA, I. M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 5., 1995, Salt Lake City. **Proceedings**...Salt Lake City, p.129-132, 1995.

LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; DEMMENT, M. W. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogenous swards. **Grass. Forage Science**, v.47, n.17, p.91-102, 1992.

MEZZALIRA, J. C.; BONNET, O. J. F.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; MEZZALIRA, C. C.; LACA, E. A. Mechanisms and implications of a type IV functional response for short-term intake rate of dry matter in large mammalian herbivores. **Journal of Animal Ecology**, v.86, p.1-10, 2017.

MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; CANGIANO, C.; GONDA, H. L.; LACA, E. A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, v.153, p.1-9, 2014.

MILNE, J. A. Comparative abilities of different herbivorous species to graze in upland areas: Consequences for productivity and vegetation. **Annales de Zootechnie**, Les Ulis, v.43, n.1, p.3-9, 1994.

MORAES, A.; PALHANO, A. L. Fisiologia da produção de plantas forrageiras. In: Cyntia Maria Wachowicz; Ruy Inácio Neiva de Carvalho. (Org.). **Fisiologia Vegetal - Produção e Pós-Colheita**. 1ed. Curitiba: Champagnat, v.1, p.249-272, 2002.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 213-251, 1997.

NEWMAN, J. A.; PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. A note on the behavioural strategies used by grazing animals to alter their intake rates. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, n.4, p.502-505, 1994.

NEWMAN, Y. C.; SOLLENBERGER, L. E.; CHAMBLISS, C. G. Canopy characteristics of continuously stocked limpgrass swards grazed to different heights. **Agronomy Journal**, v.95, p.1246-1252, 2003.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; SILVA, S. C.; MONTEIRO, A. L. G. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1014-1021, 2007.

PARSONS A. J.; CHAPMAN D. F. The principles of pasture growth and utilization. In: Hopkins, A. **Grass, its production and utilization**. Oxford: Blackwell Science, cap.3, p.31-89. 2000.

PENNING, P. D.; HOOPER, G. E. N. An evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. **Grass Forage Science**, v.40, p.79-84. 1985.

PRACHE, S. Intake rate, intake per bite and time per bite of lactating ewes on vegetative and reproductive swards. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.52, n.1, p.53-64, 1997.

PYKE, G. H. Optimal foraging theory: a critical review. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.15, p.523-575, 1984.

RUTTER, S. M. Graze: a program to analyze recordings of the jaw movements of ruminants. **Behavior Research Methods, Instruments & Computers**, v.32, p.86-92, 2000.

SAVIAN, J. V. **Rotatinuous stocking: an innovation in grazing management based on animal behaviour and implications to pasture production, foraging behaviour, herbage intake and methane emission by grazing sheep**. 183 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

SBRISSIA, A. F.; Da SILVA, S. C. ; NASCIMENTO JUNIOR, D. ; PEREIRA, L. E. T. Crescimento da planta forrageira: aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da

forragem. In: Da Silva, S. C.; Pedreira, C. G. S.; Moura, J. C.; Faria, V.P. (Org.). **Intensificação de Sistemas de Produção Animal em Pasto**. Piracicaba: Fealq, p.37-59, 2009.

SILVA, G. P.; FILHO, C. A.; CARVALHO, L. R.; FONSECA, L.; CARVALHO, P. C. F.; BREMM, C.; DA SILVA, S. C. Sward structure and short-term herbage intake in *Arachis pintoi* cv. Belmonte subjected to varying intensities of grazing. **The Journal of Agricultural Science**, p.1-8, 2017.

SILVA, S. C.; CARVALHO, P. C. F. Foraging behaviour and intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: McGilloway, D.A. (Ed.) **Grassland: a global resource**. Wageningen Academic Publishers, p.81-95. 2005.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.121-138, 2007.

SOLLENBERGER, L. E.; BURNS, J. C. Canopy characteristics, ingestive behaviour and herbage intake in cultivated tropical grasslands. In: J.A. GOMIDE, W.R.S. MATTOS & S.C. DA SILVA (eds.) Proceedings of the 19th International Grassland Congress, São Pedro, SP, Brazil, v.321-327, 2001

STEBBINS, G. L. Coevolution of grasses and herbivores. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.68, n.1, p.75-86, 1981.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre. 2017.

UNGAR, E. D.; RUTTER, S. M. Classifying cattle jaw movements: Comparing IGER Behaviour Recorder and acoustic techniques. **Applied Animal Behaviour Science**, v.98, p.11-27, 2006.

UTSUMI, S. A.; CANGIANO, C. A.; GALLI, J. R.; MCEACHERN, M. B.; DEMMENT, M. W.; LACA, E. A. Resource heterogeneity and foraging behavior of cattle across spatial scales. **BMC Ecology**, London, v.9, n.9, 2009.