

Bibliographic Review

Resumo

Objetivou-se nesta revisão apresentar os conceitos e pesquisas atuais sobre os principais métodos para avaliação do dossel forrageiro em ambientes de pastagens cultivadas com plantas forrageiras tropicais. Na avaliação de pastagens, o estudo sobre variáveis que afetam diretamente o desempenho produtivo dos animais, tem sido priorizado, e deste modo, existem alguns fatores determinantes sobre o desempenho do sistema de produção, sendo que todos buscam um maior consumo da forragem e melhor desempenho dos animais. Um dos fatores determinantes para estimativa da capacidade de suporte de uma pastagem, é a obtenção da massa de forragem, sendo que o método mais preciso para estimar a massa de forragem de uma pastagem consiste na colheita de todo o material presente na área a ser avaliada. No entanto, este possui limitações operacionais para execução em grandes áreas, o que fez com que, métodos indiretos com base em tecnologias de informação geográfica e modelagem fossem amplamente estudados. Além das características de produção, características morfológicas e estruturais podem interferir diretamente sobre a eficiência do sistema, de modo que, caracterizam o ecossistema pastagem, e podem prever informações importantes como a vida útil de uma pastagem e consumo dos animais. Deste modo, a importância das metodologias para avaliação de pastagens contribui com informações relevantes e complementares de produção de forragem e comportamento da planta forrageira em ecossistemas de pastagem, através de informações sobre a estabilidade da população de plantas contribuindo para redução do risco de degradação dos pastos.

Palavras chave: consumo de forragem, massa de forragem, morfogênese, perfilhamento, valor nutritivo.

Abstract

Advances in the evaluation of pastures cultivated with tropical forages in Brazil: A Review

The objective of this review is to present the concepts and current research on the main methods for evaluation of the sward in pastures planted with tropical forage plants environments. In the evaluation of pastures, the study of variables that directly affect the productive performance of the animals, has been prioritized, and thus, there are some determining factors on the performance of the production system, all of which seek greater consumption of forage and better performance of the animals. One of the determining factors to estimate a pasture carrying capacity, is getting the forage mass, and the most accurate method to estimate forage mass of a pasture is the harvest of all this material in the area to be evaluated. However, this

Received at: 03/01/2018

Accepted for publication at: 23/03/2018

¹ Graduado em Zootecnia. Doutorando em Zootecnia. Universidade Federal do Ceará - UFC - Avenida da Universidade, 2853 - Benfica, Fortaleza - CE, 60020-181. Email: leonardofiusa@yahoo.com.br

² Graduado em Zootecnia. Dr. Prof. Departamento de Nutrição Aniamal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ - Rodovia BR 465, Km 07 - Zona Rural, Seropédica - RJ, 23890-000. Email: carloscarvalho_ufrj@yahoo.com.br

³ Graduado em Zootecnia. Doutorando em Zootecnia. Departamento de Nutrição Aniamal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ - Rodovia BR 465, Km 07 - Zona Rural, Seropédica - RJ, 23890-000. Email: assiszoot@yahoo.com.br; viegascr@zootecnista.com.br

³ Graduado em Zootecnia. Doutorando em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE - Rua Manuel de Medeiros - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900. Email: pehenrique1709@gmail.com

Avanços na avaliação de pastagens cultivadas com forrageiras tropicais no Brasil: Uma Revisão

Leonardo Fiusa de Moraes ¹

Carlos Augusto Brandão De Carvalho ²

Amanda Nunes Assis Anjos ³

Carlos Renato Viegas ³

Pedro Henrique Ferreira Da Silva ⁴

has operational limitations to run on large areas, which meant that indirect methods based on geographic modeling and information technologies were widely studied. In addition to the production characteristics, morphogenetic and structural characteristics may interfere directly on the efficiency of the system, so that characterize the grassland ecosystem, and can predict important information such as the life of a pasture and consumption of animals. Thus, the importance of methods to evaluate pastures contribute relevant information and additional fodder production and behavior of grasses in pasture ecosystems, through information on the stability of the plant population contributing to reducing the risk of degradation of pastures.

Key words: forage intake, forage mass, morphogenesis, tillering.

Resumen

Avances en la evaluación de pastos cultivados con forrajeras tropicales en Brasil: Una Revisión

En esta revisión se ha propuesto presentar los conceptos e investigaciones actuales sobre los principales métodos para la evaluación del dosel forrajero en ambientes de pastos cultivados con plantas forrajeras tropicales. En la evaluación de pastos, el estudio sobre variables que afectan directamente al desempeño productivo de los animales, ha sido priorizado, y de este modo, existen algunos factores determinantes sobre el desempeño del sistema de producción, siendo que todos buscan un mayor consumo del forraje y mejor desempeño de los animales. Uno de los factores determinantes para la estimación de la capacidad de soporte de un pastoreo, es la obtención de la masa de forraje, siendo que el método más preciso para estimar la masa de forraje de un pastoreo consiste en la recolección de todo el material presente en el área a ser evaluada. Sin embargo, éste tiene limitaciones operativas para su ejecución en grandes áreas, lo que ha provocado ampliamente el estudio de métodos indirectos basados en las tecnologías de la información geográfica y el modelado. Además de las características de producción, las características morfológicas y estructurales pueden interferir directamente en la eficiencia del sistema, de modo que, caracterizan el ecosistema pastoreo, y pueden predecir informaciones importantes como la vida útil de un pastoreo y consumo de los animales. De este modo, la importancia de las metodologías para la evaluación de pastos contribuye con informaciones relevantes y complementarias de producción de forraje y comportamiento de la planta forrajera en ecosistemas de pastoreo, a través de informaciones sobre la estabilidad de la población de plantas contribuyendo a reducir el riesgo de degradación de los pastos.

Palabras clave: ,

Introdução

A atividade pecuária no Brasil é praticamente desenvolvida em pastagens, sendo que, neste sistema de produção, as práticas de manejo e de utilização da forragem representam grande parte da eficiência do sistema. O manejo eficiente e o controle da variação da massa de forragem e dos seus componentes são pontos decisivos no planejamento de um manejo racional da pastagem, ou seja, representa ajustar uma disponibilidade de forragem a uma taxa de lotação adequada (CAUDURO et al., 2007).

No passado, as pastagens tropicais foram citadas como incapazes de proporcionar índices de desempenho e alta produtividade animais, o que exigiu alterações sobre as técnicas de planejamento

e administração dos sistemas produção a pasto (DA SILVA et al., 2009). As pesquisas na área de pastagem, priorizavam avaliar as respostas da forragem à aplicação de fertilizantes, com o intuito de obter maior produção de massa de forragem, então, a partir do momento que houve a percepção que o sucesso na utilização de pastagens não dependia somente da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da espécie forrageira, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos da forrageira e de sua interação com o ambiente e manejo, de forma a permitir seu crescimento da forrageira e a manutenção da capacidade de suporte da pastagem ao longo (FAGUNDES et al., 2006).

A maior eficiência do uso das forrageiras sob pastejo ressalta-se a importância do estudo das taxas

de crescimento e senescência de folhas, bem como da densidade e dos tipos de perfilhos presentes na pastagem (BARBOSA et al., 2014). De modo que, as características estruturais de uma pastagem, indicam a eficiência com a qual o ruminante colhe a forragem, e influencia na eficiência alimentar de animais em pastejo. Desta forma, o estudo de métodos que caracterizem o ambiente pastoril é extremamente importante, uma vez que, os dados possibilitam aperfeiçoar a eficiência de utilização da forragem, oferecendo respostas mais confiáveis em relação ao animal e proporcionar retorno financeiro ao produtor.

O Objetivo desta revisão foi apresentar os conceitos e pesquisas atuais sobre os principais métodos para avaliação do dossel forrageiro em ambientes de pastagens, cultivadas com plantas forrageiras tropicais.

Uso de sensoriamento remoto e da modelagem para estimativa de massa de forragem.

Informação importante para estabelecer a capacidade de suporte de uma pastagem é o estabelecimento da sua produção de massa de forragem. O método mais comum para determinar a massa de forragem de uma pastagem é a colheita de todo o material pertencente à área a ser avaliada. Entretanto, a demanda de tempo, mão-de-obra e equipamentos, perda de material potencialmente “consumível” pelo animal inviabiliza esta técnica em algumas ocasiões. Desta forma, a estimativa da massa de forragem realizada em pequenas áreas para quantificar a massa de forragem da pastagem em estudo (método direto ou destrutivo) é uma prática.

A informação da dinâmica do crescimento da biomassa de forragem em pastagens é de grande importância para os aprimoramentos da sua capacidade produtiva, para estabelecimento de metodologias de manejo do pastejo, bem como avaliações com fins ecológicos (ZHANG et al., 2016). A estimativa da massa de forragem em ambientes de pastagens é realizada através de métodos diretos e indiretos, no entanto, os métodos indiretos apresentam vantagens em relação ao método direto, visto que este não necessita de corte da massa de forragem amostrada e permite avaliação e diversificação do tipo de estudos em grandes áreas. Uma das tecnologias para avaliação da produção de forragem que pode ser citada é o método de sensoriamento remoto, método este que mede a massa de forragem através de um contraste entre

diferentes comprimentos da área de pastagens em relação aos demais alvos, além de apresentar custo reduzido e abrangência de grandes áreas em um curto espaço de tempo (SALIMON And ANDERSON, 2017).

Hott et al. (2016) analisaram o desenvolvimento das pastagens na Zona da Mata, em Minas Gerais, com uso de um parâmetro baseado no índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) obtidos a partir de séries de dados do “moderate resolution imaging spectroradiometer” (Modis), e estimou-se o índice de crescimento da pastagem num intervalo de 16 dias entre setembro e Dezembro de 2013, (Figura 1).

Estes autores concluíram que, foram identificadas através do sensoriamento remoto, uma grande quantidade de áreas com baixo índice de crescimento, o que significa que estes locais devem se encontrar em alguma das etapas do processo de degradação. Além disso, o monitoramento de forma contínua através do método do índice de crescimento, pode ajudar na criação ou concentração de políticas para auxiliar aos produtores localizados em regiões de pastagens degradadas.

Outra opção para a estimativa de massa de forragem é a modelagem matemática, baseada nas relações obtidas experimentalmente e no crescimento das plantas em relação à magnitude das variáveis climáticas (SILVA NETO et al., 2016). Os modelos mais utilizados são aqueles baseados no conceito de graus-dias ou constantes térmicas, definidos como a soma de temperatura acima de uma temperatura-base necessária para que a planta atinja um determinado período de desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2011).

Pequeno et al., (2017) compararam o desempenho do modelo CROPGRO forragem perene (CROPGRO-PFM), simular a produtividade de culturas perenes, em três espécies de gramíneas tropicais (Urochloa cv Marandu, Urochloa decumbens, Tifton 85) e concluíram que a frequência de colheita aos 28 e 42 dias, propiciaram melhores ajuste ao modelo, adequando o a simulação do peso da folha e de caule, e produção de biomassa destas gramíneas. Além de relataram que o modelo CROPGRO-PFM é capaz de capturar as diferenças fisiológicas primárias entre as gramíneas, o que explica parcialmente seus padrões de rebrotas além de servir como subsídio para avaliação de estratégias para a melhoria do rendimento produtivo da pastagem.

Outros modelos matemáticos para avaliação

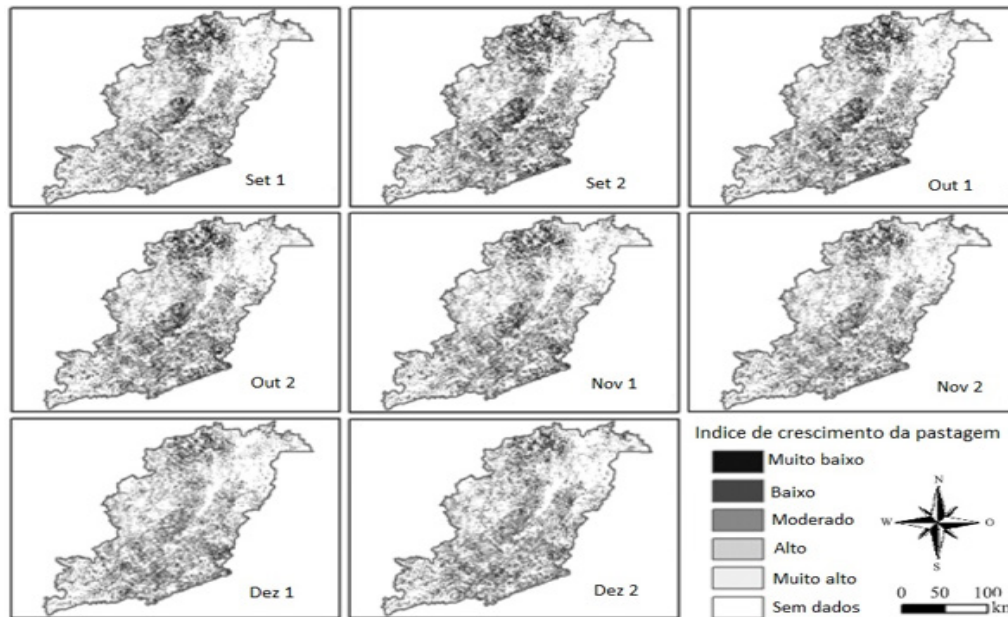


Figura 1. Desenvolvimento das pastagens na Zona da Mata, em Minas Gerais, com uso de um parâmetro baseado no índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), conforme Hott et al. (2016).

da produção de forragem foram desenvolvido por Tonato et al. (2010), usando variáveis meteorológicas como temperatura mínima, máxima, média e radiação incidente global para gramíneas do gênero *Cynodon*, *Panicum* e *Urochloa*, compilando dados de cinco experimentos independentes, realizados nas regiões Sudeste Centro-Oeste do Brasil, como forma de ajustar diferentes modelos às diferentes forrageiras e condições climáticas, visto o conjunto de dados usado no desenvolvimento dos modelos.

Apesar da importância e disseminação do conhecimento sobre modelagem para simulação do crescimento de pastagens, ainda são poucos os estudos que revisaram ou avaliaram a aplicação de modelos criados ou adaptados para forragens tropicais (ANDRADE et al., 2015), o que segundo Marin e Jones (2014), é explicado parcialmente pela falta de compreensão das capacidades e limitações desta ferramenta, pouca experiência na avaliação, calibração e uso de modelos, além da pouca credibilidade dos modelos criados em áreas tropicais

Morfogênese

Por definição, morfogênese é a dinâmica de geração (genesis) e expansão forma da planta (morphos) no espaço (CHAPMAN & LAMAIRE 1993). O seu estudo possibilita o conhecimento e a compreensão da capacidade de adaptação da forragem a regimes de desfolhação (Fialho, 2015), onde as alterações na morfogênese determinam alterações na estrutura do dossel como um todo, e este por sua vez, representado pela altura, massa de forragem e pela razão folha-colmo disponível no sistema é quem determina como acontece o pastejo (LINS et al., 2015).

As metodologias para avaliação da morfogênese em gramíneas começam através do estabelecimento de transectas dentro da unidade experimental, onde serão marcados os perfilhos a serem avaliados. A partir desta marcação são realizadas medições em variáveis morfogênicas em períodos pré-estabelecidas (tratamentos) (Tabela 1).

Tabela 1- Variáveis morfológicas e descrição da Metodologia para obtenção de seus índices em capim-braquiária manejado sob lotação contínua.

Variável	Descrição da Metodologia
TApF*	Número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação.
Filocrono****	Intervalo entre o aparecimento de duas folhas sucessivas num colmo

Continua...

Continua...

TAIF**	Somatório de todo alongamento de lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação.
TAIC**	Somatório de todo alongamento do colmo e, ou, pseudocolmo por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação.
TSeF**	Decréscimo do comprimento da parte verde da lâmina foliar.
NFV	Número médio de folhas por perfilho completamente expandidas.
CFF	Comprimento médio de todas as folhas vivas.
DVF	DVF (dia) = NFV × Filocrono, em que NFV.

TApF- taxa de aparecimento foliar; TAIF- taxa de alongamento foliar; TAIC- taxa de alongamento de colmo; TSeF- taxa de senescência foliar; NFV- Número de folhas vivas por perfilho; CFF- Comprimento final da lâmina foliar; DVF- duração de vida da folha. Variáveis expressas em: *(folha/perfilho.dia), ** (cm/perfilho.dia), ***(cm), ****(dias ou Graus dia). Fonte: Adaptado de Santos 2011

A avaliação da morfogênese em leguminosasforrageira também pode ser realizada através de transectas, marcadas em estolões identificados por anéis de plástico, o que permite avaliar a contagem do número de folhas, medição

do comprimento e da largura da lâmina foliar em cada um dos folíolos de cada par e a medição do comprimento do pecíolo num determinado período (FIALHO, 2015) (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis morfogênicas e descrição da Metodologia para obtenção de seus índices na leguminosa *Arachis pintoi* cv. Belmonte, segundo Fialho (2015).

Variável	Descrição da Metodologia
TApF*	Número de folhas novas surgidas, dividido pelo número de estolões x duração da avaliação.
TExF**	Diferença entre a área inicial e a área final das folhas em expansão dividida pelo número de dias entre as medidas.
Filocrono****	1 dividido pela Taxa de Aparecimento de Folhas x Graus (Dia)
TAIP*	Diferença entre o comprimento inicial e o comprimento final do pecíolo dividido pelo número de dias entre as medidas.
NFE	Determinado pela contagem do número médio de folhas completamente expandidas em cada estolão marcado.
CMP*	Determinado pela soma do comprimento médio de pecíolos em cada estolão marcado.

TApF- Taxa de aparecimento de folhas; TExF- Taxa de expansão de folhas; TAIP- Taxa de alongamento de pecíolos; NFE- Número de folhas em expansão por estolão; CMP- Comprimento médio do pecíolo. Expresso em: * (cm.estolão-1); ** (cm2.estolão-1.dia-1); **** (graus-dia.folha-1). Fonte: adaptado de: Fialho (2015).

Perfilhamento e Dinâmica de Perfilhamento

A comunidade de plantas na pastagem sofre perturbações constantes resultantes do impacto animal e mudanças climáticas sazonais (DA SILVA et al., 2017). O perfilho corresponde à unidade básica de crescimento, e a sua dinâmica na pastagem possui estreitas relações com produção de forragem, uma vez que indica vigor e persistência (FIALHO et al., 2012), fornecendo informações sobre a estabilidade populacional de perfilhos, e contribuindo para reduzir o risco de degradação das pastagens.

Existem duas classes de perfilho: os basais e

os aéreos que possuem características particulares que influenciam a dinâmica de crescimento do pasto. Em geral, perfilhos aéreos possuem maior relação folha/colmo, são tenros e de melhor valor nutritivo, quando comparados aos perfilhos basais. Já a rebrotação a partir do perfilho basal tende a ser mais rápida, quando comparada à rebrotação oriunda do perfilhamento aéreo (PACIULLO et al., 2003), uma vez que, apresenta comunicação direta com o solo, o que lhe proporciona extração direta de nutrientes pelo seu sistema radicular.

A densidade populacional de perfilhos é a que permite maior flexibilidade de ajuste por parte da

planta a diferentes regimes de desfolha. Em períodos que há fatores climáticos favoráveis ao crescimento (temperatura, precipitação e luminosidade), são altas as taxas de aparência e morte e, portanto, as gerações apresentam curta duração, já em condições climáticas desfavoráveis ao crescimento, a sobrevivência de perfilhos aumenta, mas não o suficiente para compensar a redução na aparência de perfilhos, e como resultado, a densidade populacional de perfilhos diminui (DA SILVA et al., 2017).

A metodologia para avaliação da densidade populacional de perfilhos (DPP) se baseia na contagem total de perfilhos contidos no interior de

molduras, a qual é lançada aleatoriamente dentro da parcela experimental no momento da amostragem (FIALHO et al., 2012). As avaliações da dinâmica do perfilhamento são realizadas através da escolha de amostragem por unidade experimental, marcadas por um anel de PVC de 30 cm de diâmetro fixado ao solo por meio de grampos metálicos, onde são contados os perfilhos de cada geração após o corte (DA SILVA et al., 2017). Entretanto, fatores como adubação nitrogenada altera a dinâmica da renovação da população de perfilhos no pasto, permitindo a manutenção de uma população de perfilhos mais jovens no pasto (CAMINHA et al., 2010) (Figura 1).

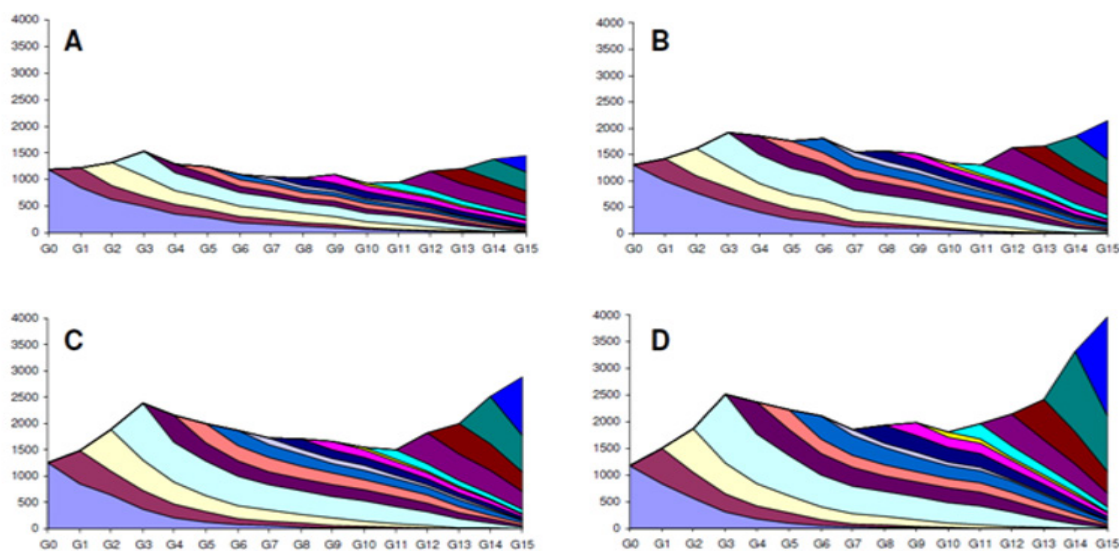


Figura 2. Padrão demográfico de perfilhamento em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes (A = sem adubação, B = 150 kg/ha de N, C = 300 kg/ha de N e D = 450 kg/ha de N).

Com isso os autores concluíram que o uso de nitrogênio aumenta a renovação de perfilhos no pasto sem comprometer a estabilidade da população de plantas na área, particularmente no fim da primavera e verão, e proporciona o restabelecimento de condições propícias para altas taxas de acúmulo de forragem.

Índice de área foliar e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa

Segundo Sbrissia e Da Silva (2008) o índice de área foliar (IAF) pode ser definido como a relação entre a área foliar de uma das faces das folhas e a área de solo ocupada pelas folhas. O IAF passou a ser considerado uma variável chave

na compreensão da dinâmica da vegetação em ecossistemas terrestres, uma vez que é determinante de processos produtivos como a interceptação da luz pelo relvado e trocas gasosas e de água com o meio, além de interferir em aspectos ecológicos importantes, como a competição inter e intra-específica entre plantas, a retenção de carbono e a conservação do solo e ser um componente-chave dos ciclos biogeoquímicos em ecossistemas (BREDA et al., 2003). Segundo Fagundes et al. (2006) um valor de IAF chamado "ótimo" (IAFótimo) a interceptação de aproximadamente toda a luz incidente com um mínimo de auto-sombreamento proporcionaria o máximo valor de taxa de crescimento da cultura, enquanto que o IAFcrítico (95% da luz incidente

é interceptada), representa um valor próximo ao máximo do crescimento da cultura.

O método mais antigo e mais usual para determinação do IAF em Pastagens consiste no corte direto da forragem numa área de moldura conhecida, e na determinação da área foliar presente nesta área de moldura. Porém, a estimativa do índice de área foliar também pode ser realizada de forma indireta através de aparelhos analisadores de dossel que registram os dados de radiação em um sensor e executa os cálculos necessários para determinação do índice de área foliar e do ângulo médio de inclinação da folhagem (SBRISIA; DA SILVA 2008). Segundo estes autores, esta variável pode ser obtida com uso

aparelhos avaliadores de dossel que realizam a leitura da radiação acima do dossel forrageiro realizadas e na base do solo. A partir dessas leituras, o aparelho estima o índice de área foliar dos pastos por meio de equações matemáticas.

Os mesmos aparelhos citados para medir o Índice de área foliar, realizam a medição da Radiação fotossinteticamente ativa (OLIVEIRA et al., 2010), deslocando-se o aparelho aleatoriamente sobre a superfície do dossel de modo que vários pontos sejam amostrados de forma que a fração da radiação fotossinteticamente ativa incidente efetivamente interceptada pelo dossel (IRFA) pode ser calculada pela seguinte expressão (eq. 1.):

Eq. 1.

$$IRFA = \frac{(RFA \text{ incidente no topo} - RFA \text{ transmitida até o solo})}{RFA \text{ incidente no topo}}$$

Alguns autores, como Carvalho et al. (2007), defendem que o momento em que 95% da radiação fotossinteticamente ativa é interceptada, é o momento em que há maior produção líquida, e isso é de extrema importância no manejo de pastagem, uma vez que neste momento o balanço entre crescimento e senescência é máximo, situação essa que está associada à condição de dossel.

Métodos para determinar valor nutritivo

As pesquisas evidenciam que ruminantes em pastejo selecionam dietas com composição química e botânica diferente do material ofertado no pasto, pois os animais tendem a selecionar o material de melhor valor nutritivo. Os mesmos autores indicam que amostras obtidas através de fístulas esofágicas representam melhor a estimativa da dieta selecionada pelos animais em pastejo quando comparados a outros métodos de amostragem (corte rente ao solo, corte superior da forragem e pastejo simulado).

O método da extrusa consiste em fistular os animais no esôfago de forma cirúrgica e posterior inserção de uma cânula. Após o jejum de 12 horas, a cânula do animal é removida e alocada a bolsa coletora, sendo os animais colocados para pastarem por um período de 30 a 40 minutos. Em seguida, as amostras de extrusa são recolhidas, secas em estufa por 72 horas a 55°C, moídas e posteriormente feitas análises bromatológicas (GARCIA et al., 2011). Após

este procedimento, a fístula é limpa e recolocada a cânula no animal. Alguns fatores podem limitar a precisão na qual as amostras de extrusa representem o valor nutritivo da dieta animal, como a recuperação incompleta da amostra, mudança no comportamento ingestivo do animal canulado, contaminação pela saliva, mastigação e preparo a que são submetidas às amostras antes da análise (PROHMAMN et al., 2012), porém esta metodologia é considerada a melhor para estimativa da dieta selecionada pelos animais em pastejo.

A técnica de pastejo simulado consiste na observação de 15 a 30 minutos do comportamento animal quanto à preferência de espécie forrageira ou parte da planta ingerida seguida pela colheita manual de uma amostra de forma semelhante a ingerida pelo animal, por amostradores (pessoas) treinados para esta metodologia (CLIPES et al., 2005).

Pereira et al. (2014) avaliando o comportamento ingestivo de novilhas mestiças e as características químicas da forragem de dois clones de capim elefante anão, submetidos a diferentes estratégias de manejo por métodos de amostragem (corte rente ao solo, simulação de pastejo e extrusa) e reportaram que as análises bromatológicas da simulação de pastejo com avaliadores treinados possibilitou uma estimativa aceitável da forragem selecionada pelos animais, já a amostragem da planta inteira não representou a dieta selecionada pelos animais.

Consumo de Forragem

Segundo Obeid et al. (2007), o consumo voluntário em condições de pastejo é influenciado por diversos fatores relacionados ao animal, à planta, ao ambiente e ao manejo, sendo que geralmente, está associado negativamente ao conteúdo de parede celular e positivamente ao grau de digestibilidade da forragem.

Uma das técnicas mais usuais é a dos indicadores fecais, sendo os mais utilizados: o LIPE®, o óxido de cromo e o n-alcano, a maioria de baixo custo e rápida recuperação nas fezes (SOARES et al., 2011). Esta técnica se baseia na determinação da concentração de um componente químico (chamados de indicadores) nas fezes, com a digestibilidade da matéria orgânica) segundo a equação:

Produção de fezes = Indicador fornecido x Recuperação fecal

O óxido crômico (Cr₂O₃) é o indicador mais utilizado em estudos com animais em pastejo no Brasil (utilizados em 66% das pesquisas), devido ao seu baixo custo e facilidade de análise quando comparado a outros métodos; pode ser fornecido em pó por via oral ou cânula, e cápsulas de papel ou gelatina por via oral utilizando sondas, é a forma mais utilizada deste indicador, contudo existem algumas limitações como a recuperação fecal incompleta e sua irregularidade na excreção ao longo do dia (CARVALHO et al. 2007).

Os n-alcanos são hidrocarbonetos saturados de cadeias longas presentes na cera cuticular dos tecidos vegetais, normalmente com 21 a 37 átomos de carbono (OLIVEIRA et al. 2008), relativamente inertes ao ambiente ruminal e que podem ser recuperados nas fezes dos animais. A técnica baseia-se na combinação de um n-alcano, naturalmente encontrado nas plantas (cadeia ímpar), com outro n-alcano comercial (cadeia par) que será o indicador externo. Um dos problemas relacionados à estimativa do consumo utilizando n-alcano está relacionado à recuperação fecal deste, resultando subestimação da digestibilidade, sendo necessárias correções nas análises para a taxa de recuperação fecal.

Morenz et al. (2006) avaliaram as técnicas de óxido de cromo/digestibilidade in vitro e dos pares de n alcanos (C31:C32 e C33:C32) na estimativa do

CMS por vacas holandesas x Zebus, em lactação em pastagem de capim elefante c.v. Napier, as extrusas foram obtidas utilizando-se vaca com fístula esofágica e a coleta de fezes foi realizada duas vezes por dia. Os autores concluíram que ambos os pares de n-alcanos possibilitaram as estimativas de consumo semelhantes, independente do horário da coleta. O Cr₂O₃/DIVMS, forneceu valores de MS que podem ser mais adequados, pois foram mais próximos dos estimados para forragem consumível. Além de apresentar a simplicidade dos procedimentos analíticos e o baixo custo.

Comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo de animais em pastagens tropicais geralmente é estudado como meio para estabelecer metas de manejo que maximizem a ingestão de forragem e o desempenho animal. Isto requer uma compreensão do processo de pastejo que, por sua vez, exige caracterização de fatores que interferem na ingestão de forragem e sua relação com as características estruturais do pasto, que são características importantes da interface planta-animal (SILVA et al., 2017).

Bocado é o método de colheita pelo qual os herbívoros interagem diretamente com apreensão da forragem (CARVALHO et al., 2015). Para este último aoutor, a massa de bocado é geralmente correlacionado com a massa de forragem e a altura do dossel, definindo a relação entre a massa de forragem e o consumo em pastagens. Há evidências de que o tipo de bocado interfere diretamente na massa de bocado apreendida pelo animal, podendo resultar em alto ou baixo consumo de forragem (CARVALHO et al., 2015).

Silva et al. (2017) avaliaram a estrutura do dossel, valor nutritivo e comportamento ingestivo de novilhas leiteiras em pastagens de amendoim cv. Belmonte sob método de lotação contínuo, com variação 5, 10, 15 e 20 cm de altura do pasto. Os mesmos autores obtiveram uma relação linear decrescente da taxa de bocado com a altura do dossel, enquanto a massa de bocado apresentou relação linear crescente (Figura 2). Isto implica que a taxa de bocado aumenta com o aumento da altura de manejo da pastagem, até atingir um valor máximo de massa de forragens que limitar a capacidade do animal de colher e processar a forragem.

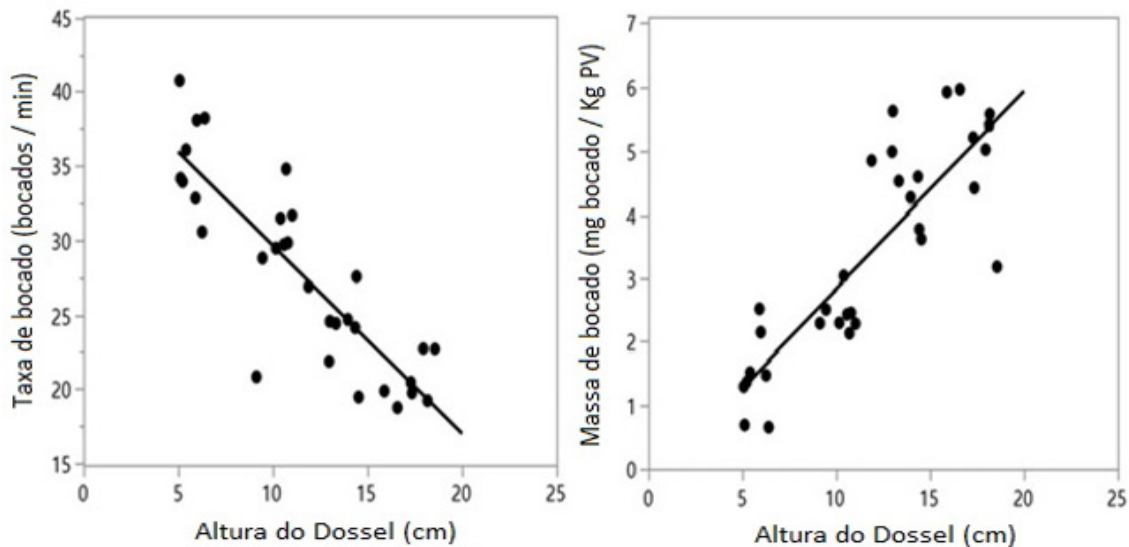


Figura 3. Taxa de bocado ($y = 42,25 - 1,26x$) e massa de bocado ($y = -0,28 + 0,31x$) de vacas pastejando *Arachis pintoi* cv. Belmonte. Adaptado de Silva et al. (2017).

Uma das novidades nos estudos que buscam quantificar o consumo de animais ruminantes em ambientes de pastejo, são os equipamentos para aferir o consumo e avaliar o comportamento animal de forma automatizada. Estes equipamentos foram criados para atender locais com mão de obra escassa, devido às observações visuais de comportamento gerar demanda por tempo e custo (ELISCHER et al., 2013). Os dispositivos utilizados para medir o comportamento alimentar animal são classificados em duas categorias: sistemas estacionários e sistemas baseados em sensores conectados aos animais (RUUSKA, et al., 2016). Embora, para este mesmo autor, os sistemas estacionários sejam precisos nas suas medidas de comportamento alimentar e consumo, uma das suas desvantagens é o alto custo, enquanto os sensores apresentam baixo custo permitem medidas de comportamento de alimentação indiferentes condições de criação.

Braun et al. (2014) avaliaram o comportamento ingestivo de vacas leiteiras no decorrer de 24 horas, através da medição automática pelo aparelho "Noseband pressure" sensor em relação ao registro do comportamento ingestivo pela observação visual

direta, afirmaram que as avaliações analisadas pelos sensores são semelhantes aos resultados obtidos de forma direta, demonstrando que o aparelho é viável para tais condições (pastejo).

Conclusão

A escolha de determinado método para avaliação de pastagem, deve levar em conta a espécie forrageira e a variabilidade da pastagem, a disponibilidade de mão-de-obra, treinamento, além da disponibilidade de recursos para aquisição de equipamentos necessários para execução. Sendo assim, o melhor método vai ser aquele que estime com maior precisão as condições reais da pastagem.

As informações acerca das metodologias para avaliação de pastagens contribuem com informações relevantes e complementares de produção de forragem e comportamento da planta forrageira em ecossistemas de pastagem, através de informações sobre a estabilidade da população de plantas contribuindo para redução do risco de degradação dos pastos.

Referências

- ALMEIDA, A.C.S.; MINGOTI, R.; COELHO, R.D. E LOURENÇO, L.F. Simulação do crescimento do capim Tanzânia irrigado com base na unidade fototérmica, na adubação nitrogenada e na disponibilidade hídrica do período. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 215-222, 2011.
- ANDRADE, A.S.; SANTOS, P.M.; PEZZOPANE, J.R.M.; DE ARAUJO, L.C.; PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; MARIN, F.R.; LARA, M.A.S. Simulating tropical forage growth and biomass accumulation: an overview of model development and application. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 1, p. 54-65, 2016.
- BARBOSA, M.A.A.F.; REGO, F.C.A.; BUMBIERIS JR, V.H.; BRITO, V.C.; CECATO, U.; SAAD, R.M. E MIORIN, R.L. Morfogênese e fluxo de tecidos em capim Tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35 n. 5, p. 2793-2806, 2014.
- BRAUN, U.; TSCHONER, T.; HÄSSIG, M. Evaluation of eating and rumination behaviour using a noseband pressure sensor in cows during the peripartum period. **BMC veterinary research**, v. 10, n. 1, p. 195, 2014.
- BREDA, N.J.J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal Experimental Botany**, v. 54, n. 392, p. 2403-2417, 2003.
- CAMINHA, F.O., SILVA, S.C., PAIVA, A.J., PEREIRA, L.E.T., MESQUITA, P., GUARDA, V.D. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, 213-220. 2010.
- CARVALHO, C.A.B.; ROSSIELO, R.O.P.; PACIULLO, D.S.C.; SBRISSIA, A.F. DERESZ, F. Classes de perfilhos na composição do índice de área foliar em pastos de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 557-563, 2007.
- 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.; MEZZALIRA, J.C.; FONSECA, L.; DA TRINDADE, J.K.; BONNET, O.J.F.; TISCHLER, M.; GENRO, T.C.M. ; NABINGER, C.; LACA, E.A. Can animal performance be predicted from short-term grazing processes?. **Animal Production Science**, v. 55, p. 319-327, 2015.
- CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; REFFATTI, M.V.; GENRO, T.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007
- CAUDURO, G.F.; CARVALHO, P.C.F.; BARBOSA, C.M.P.; LUNARDI, R.N.; CARLOS, S.; DAVI, T. E VELLEDA, G.L. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36: 282-290. 2007.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation, **International grassland congress, Palmerston North. Proceedings**. Palmerston North: SIR Publishing, pp. 95-104. 1993.
- CLIPES, R.C.; SILVA, J.F.C., DETMANN, E. Avaliação de métodos de amostragem em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum Purpureum*, Schum) e capim-mombaça (*Panicum maximum*, Jacq) sob pastejo rotacionado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 1, p. 120-127. 2005.
- DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C. AND MORAIS, J.P. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 8-19. 2009.
- DA SILVA, S.C.; CHIAVEGATO, M.B.; PENA, K.S.; SILVEIRA, M.C.T.; BARBERO, L.M.; JUNIOR, S.J.S.; RODRIGUES, C.S.; LIMÃO, V.A.; PEREIRA, L.E.T. Tiller dynamics of Mulato grass subjected to strategies of rotational grazing management. **Journal of Agricultural Science**, v. 155, p. 1-11, 2017.

DETMANN, E., SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T. Avaliação do vício de “tempo longo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 182-188, 2007.

ELISCHER, M.F., ARCEO, M.E., KARCHER, E.L., SIEGFORD, J.M. Validating the accuracy of activity and rumination monitor data from dairy cows housed in a pasture-based automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 6412-6422, 2013.

FAGUNDES, L.J.; FONSECA, D.M. E MISTURA, C. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 21-29, 2006.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAIXÃO, M.L.; PAULINO, M.F. E VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1568-1573, 2009.

FIALHO, C.A. **Características morfológicas e estruturais de amendoim forrageiro (Arachis pintoi krapovickas e Gregory cv. Belmonte) submetido a intensidades de pastejo sob lotação contínua**. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 121 f, 2015.

FIALHO, C.A.; DA SILVA, S. C.; GIMENES, F.M.A.; GOMES, M.B.; BERNDT, A.; GERDES, L. Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, p. 137-139, 2012.

GARCIA, C.S.; FERNANDES, A.M.; FONTES, C.A.A.; VIEIRA, R.A.M.; SANT’ANA, N.F.; PIMENTEL, V.A. Desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 403-410, 2011.

HOTT, M.C.; CARVALHO, L.M.T.; ANTUNES, M.A.H.; SANTOS, P.A.; ARANTES, T.B.; RESENDE, J.C.; ROCHA, W.S.D. Vegetative growth of grasslands based on hyper-temporal NDVI data from the Modis sensor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 7, p. 858-868, 2016.

LINS, T.O.J.D.; CECATO, U.; PINHEIRO, A.A.; IWAMOTO, B. S. ; KRUTZMANN, A.; BELONI, T. Características morfológicas de capim-Tanzânia consorciado com Estilosantes Campo Grande ou adubado com nitrogênio sob pastejo. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 36, p. 2739-2752, 2015.

MARIN F.R.; JONES J.W. Process-based simple model for simulating sugarcane growth and production. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 1-16, 2014.

MORENZ, M.J.F.; SILVA, J.F.C. DA; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; VASQUEZ, H.M.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; ELYAS, A.C.W.; DETMANN, E. Óxido de cromo e n-alcanos na estimativa do consumo de forragem de vacas em lactação, em condições de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1535-1542, 2006.

OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H.; VALADARES FILHO, S.C.; CARVALHO, I.P.C.; MARTINS, J.M. Consumo e digestibilidade total e parcial de componentes nutritivos em bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 921-927, 2007.

OLIVEIRA, A.P.P.; ROSSIELLO, R.O.P.; GALZERANO, L.; COSTA JÚNIOR, J.B.G.; SILVA, R.P.; MORENZ, M.J.F. Respostas do capim-Tifton 85 à aplicação de nitrogênio: cobertura do solo, índice de área foliar e interceptação da radiação solar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 429-438, 2010.

OLIVEIRA, D.E.; MANELLA, M.Q.; TEDESCHI, L.O.; SILVA, S.C.; LANNA, D.P.D. N-alkanes to estimate voluntary forage intake of cattle using controlled-release capsules. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, p. 230-238, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-Braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38, 881-887, 2003.

- PEQUENO, D.N.L.; PEDREIRA, C.G.S.; BOOTE, K.J.; ALDERMAN, P.D.; FARIA, A.F.G. Species-genotypic parameters of the CROPGRO Perennial Forage Model: Implications for comparison of three tropical pasture grasses. **Grass and Forage Science**, v. 73, p. 1, 2017.
- PEREIRA, T.P.; MODESTO, E.C.; CAMPANA, L.L.; GOMIDE, C.A.M.; PACIULO, D.S.C.; NEPOMUCENO, D. D.; CARVALHO, C.A.B.; MORENZ, M.J.F.; ALMEIDA, J.C.C. Caracterização da forragem e da extrusa de clones de capim elefante anão sob lotação intermitente. **Semina: Ciências Agrárias**, 35, 2635-2648, 2014.
- PROHMANN, P.E.F.; BRANCO, A.F.; PARIS, W.; BARRETO, J.C.; MAGALHAES, V.J.A.; GOES, R.H.T.E.B.; OLIVEIRA, M.V.M. Método de amostragem e caracterização química da forragem consumida por bovinos em pasto consorciado de aveia e azevém. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 953-958, 2012.
- RUUSKA, S.; KAJAVA, S.; MUGHALA, M.; MUGHALA, M.; ZEHNER, N.; MONONEN, J. Validation of a pressure sensor-based system for measuring eating, rumination and drinking behaviour of dairy cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 174, p. 19-23, 2016.
- SALIMON, C.; ANDERSON, L. How strong is the relationship between rainfall variability and caatinga productivity? A case study under a changing climate. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, p. 10.1590/0001-37-7, 2017.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; GOMIDE, C.A.M. E SBRISSIA, A.F. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: Dinâmica do perfilhamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2332-2339, 2011.
- SBRISSIA, A.F. & DA SILVA, S.C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 212-220, 2008.
- SILVA NETO, S.P.; SANTOS, A. C.; GARCIA, R.N.; DIAS, J.L.A.; SILVA, Á.M.; PEREIRA, P.A.R. Variabilidade espacial da biomassa da forragem e taxa de lotação animal em pastagem de capim Marandu. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, p. 119-130, 2016.
- SILVA, G.P.; FIALHO, 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. **Journal of Agricultural Science**, v. 1, p. 1-8, 2017.
- SOARES, L.F.P.; MODESTO, A.G.E.C.; SILVA, D.C.; MONTEIRO, P.B.S.; VASCONCELOS, G.A. Uso do LIPE® e do Óxido de Cromo na Estimativa do Consumo de Matéria Seca por Bubalinos. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 13, p. 80-83, 2011.
- TONATO, F.; BARONI, L.G.; PEDREIRA, C.G.S.; DANTAS, O.D.; MALAQUIAS, J.V. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 522-529, 2010.
- ZHANG, B.; ZHANG, L.; XIE, D.; YIN, X.; LIU, C.; LIU, G. Application of Synthetic NDVI Time Series Blended from Landsat and MODIS Data for Grassland Biomass Estimation. **Remote Sensing**, v. 8, p. 10, 2016.