

## Métodos de avaliação de pastagem: uma breve revisão

### Pasture Assessment Methods: a brief Review

### Métodos de evaluación de pastos: una breve reseña

Recebido: 05/11/2021 | Revisado: 16/11/2021 | Aceito: 24/11/2021 | Publicado: 06/12/2021

#### **Adriane Pereira da Silva dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6937-5984>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [adrianezootec@gmail.com](mailto:adrianezootec@gmail.com)

#### **Aureliano José Vieira Pires**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4015-3445>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [aurelianojvp@uesb.edu.br](mailto:aurelianojvp@uesb.edu.br)

#### **Daniela Deitos Fries**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3827-6905>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [friesdd@hotmail.com](mailto:friesdd@hotmail.com)

#### **Daniel Lucas Santos Dias**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2243-4400>  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil  
E-mail: [dlsdias@uefs.br](mailto:dlsdias@uefs.br)

#### **Paulo Bonomo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1892-0185>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [bonomopaulo@gmail.com](mailto:bonomopaulo@gmail.com)

#### **Renata Rodrigues Jardim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4022-5541>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [renatajardimagro@hotmail.com](mailto:renatajardimagro@hotmail.com)

#### **Angel Amaral Seixas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3720-3114>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [angelseixas11@hotmail.com](mailto:angelseixas11@hotmail.com)

#### **Fernando Rossa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5382-3137>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [vet.rossa@gmail.com](mailto:vet.rossa@gmail.com)

#### **Cristovão Pereira da Silva dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5870-8093>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [cristovaopssantos\\_2014@hotmail.com](mailto:cristovaopssantos_2014@hotmail.com)

#### **Natan Teles Cruz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8164-0429>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [teles.nc@gmail.com](mailto:teles.nc@gmail.com)

#### **Leliane Santos Paiva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1926-0537>  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil  
E-mail: [leliane.zootec.sp@gmail.com](mailto:leliane.zootec.sp@gmail.com)

### **Resumo**

Esta revisão apresenta os diferentes métodos de avaliação das pastagens, baseado nos métodos direto e indireto. A pastagem tropical é a principal fonte de alimentos para bovinos no Brasil, contudo, o manejo incorreto pode ocasionar prejuízos no sistema de produção. Diante disso o conhecimento da produção de massa de forragem, sua variação durante o ano e a distribuição espacial da biomassa forrageira é fundamental para decisões referentes ao manejo correto das pastagens. A avaliação de biomassa pode ser realizada através do método direto ou indireto, porém o método escolhido deve representar de forma precisa as condições da pastagem, com baixo custo de operação e alta precisão. Não existir um método perfeito, pode-se optar por aquele que se ajuste melhor a realidade em cada propriedade e forneça estimativas de disponibilidade de forragem adequadas para o balizamento do manejo da pastagem.

**Palavras-chave:** Forragem; Gramíneas; Ruminantes; Tropicais.

### Abstract

This review presents the different methods of evaluation of pastures, based on direct and indirect methods. Tropical pasture is the main source of food for cattle in Brazil, however, incorrect management can cause damage to the production system. Therefore, the knowledge of forage mass production, its variation during the year and the spatial distribution of forage biomass is essential for decisions regarding the correct management of pastures. Biomass evaluation can be carried out through the direct or indirect method; however the chosen method must accurately represent the conditions of the pasture, with low operating cost and high precision. There is no perfect method, one can choose the one that best fits the reality in each property and provides adequate forage availability estimates to guide pasture management.

**Keywords:** Forage; Grasses; Ruminants; Tropical.

### Resumen

Esta revisión presenta los diferentes métodos de evaluación de pastos, basados en métodos directos e indirectos. Los pastos tropicales son la principal fuente de alimento para el ganado en Brasil, sin embargo, un manejo incorrecto puede causar daños al sistema de producción. Por tanto, el conocimiento de la producción masiva de forrajes, su variación durante el año y la distribución espacial de la biomasa forrajera es fundamental para tomar decisiones sobre el correcto manejo de los pastos. La evaluación de la biomasa se puede realizar mediante el método directo o indirecto, pero el método elegido debe representar con precisión las condiciones del pasto, con bajo costo operativo y alta precisión. No existe un método perfecto, se puede elegir el que mejor se adapte a la realidad de cada propiedad y proporcione estimaciones adecuadas de disponibilidad de forraje para orientar el manejo de los pastos.

**Palabras clave:** Forraje; Pastos; Rumiantes; Tropical.

## 1. Introdução

A maior parte da carne bovina consumida no mundo é produzida em países tropicais, diante disso o Brasil é o segundo maior produtor de carne, com a produção de 10,4 milhões de toneladas, e o principal exportador, com cerca de 2,7 milhões de toneladas (USDA, 2021). Contudo, a produção de bovino é desenvolvida principalmente em pastagens, tanto por razões ambientais e econômica (Pezzopane et al., 2017).

Apesar que as pastagens seja a principal fonte de alimentos para os ruminantes, a falta de conhecimento referente de como maneja-la pode ocasionar prejuízos no sistema de produção. Diante disso, o manejo correto das pastagens garante um sistema de produção sustentável, assim como, a conservação dos recursos ambientais, evitando ou reduzindo a degradação das pastagens (Alves, 2017; Magalhães et al., 2020). Nesse contexto, o conhecimento da produção de massa de forragem, sua variação durante o ano e a distribuição espacial da biomassa forrageira é fundamental para decisões referente ao manejo correto das pastagens, visto que a massa de forragem, determinará alterações na taxa de acúmulo de forragem e nas taxas de consumo pelos animais (Lopes et al., 2000; Pellegrini et al., 2010; Souza et al., 2020). A avaliação de biomassa podem ser feitas de diferentes maneiras, porem o método escolhido deve representar à realidade das pastagens, sem tornar trabalhosa e dispendioso (Lopes et al., 2000).

Segundo Zanine *et al.* (2006) existem diversos métodos de avaliação da massa de forragem na pastagem, sendo basicamente agrupados em dois grupos, métodos direto, que consiste no corte da forragem de uma área de pastagem amostrada, considerado o método destrutivo, e o indireto, que não ocasiona danos a pastagens e são relativamente rápido e com menor demanda de mão de obra, quando comparado com os métodos diretos.

Nesse contexto, essa revisão foi elaborada para apresentar os diferentes métodos de avaliação das pastagens, baseado nos métodos direto e indireto. Sendo abortados as principais técnicas e suas aplicações, e as novas tecnologias de avaliação das pastagens.

## 2. Metodologia

Esta revisão bibliográfica é considerada qualitativa descritiva (Pereira et al., 2018), baseada em livros e artigos científicos, publicados em bases eletrônicas de dados (SciELO, Google Scholar, Scopus, Science Direct e Web of Sciences).

Foram selecionados trabalhos publicados no Brasil e no exterior, sobre os diferentes métodos de avaliação das pastagens, baseado nos métodos direto e indiretos. A busca foi conduzida pelo uso das seguintes terminologias, tais como: métodos diretos de avaliação de pastagens, métodos indiretos de avaliação de pastagens, técnicas do quadrado, gaiola de exclusão, sensoriamento remoto e entre outros.

### 3. Métodos de Avaliação da Massa de Forragem na Pastagem

Entre as avaliações quantitativas das plantas, a biomassa da forragem é a variável resposta de maior importância e relevância (Candido et al., 2019; Castro & Rezende, 2021; Pedreira, 2002). A falta de medições de massa de forragem em experimento que envolva animais em pastejo ocasiona falta de informações referente aos efeitos da produção animal sobre a produção de forragem, taxa de acúmulo ou consumo, comprometendo a interpretação dos dados (Pedreira, 2002).

A partir da avaliação da massa da forragem é possível estimar outras variáveis-respostas importante para a produção animal em pastagem, tais como, acúmulo de forragem verde (AFV), acúmulo de lâmina foliar verde (ALV), dado a intervalo de tempo, podendo assim estimar a taxa média diária de acúmulo de forragem verde (TAFV) ou lâmina foliar verde (TALV) (Candido et al., 2019). Além disso, a determinação de massa da forragem é usada para determinar a oferta de forragem (OF), variável resposta importante para estudos de animais em pastejo.

A massa de forragem (MF) refere-se a quantidade de matéria seca ou biomassa aérea, existente acima do nível do solo por unidade de área, expressa normalmente, em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de MS (Arruda et al., 2011). Contudo, a principal dificuldade de estimar a massa de forragem, esta relacionada na ampla diversidade de plantas forrageiras, apresentando diferentes características morfológicas e nos teores de massa seca (%MS), além da estacionalidade na produção forrageira (Alves et al., 2021; Carvalho et al., 2008; Magalhães et al., 2020; Zanine et al., 2006). Sendo assim é fundamental escolher um método que adéque a uma determinada região, representando de forma precisa as condições da pastagem, com baixo custo de operação e alta precisão (Zanine et al., 2006).

Outro ponto importante para avaliação da biomassa da pastagem, refere-se aos locais que serão retiradas as amostras, sendo recomendado que sejam colhidas aleatoriamente (casualizado), assegurando a independência dos erros na avaliação (Zanine et al., 2006).

### 4. Método Direto

O método direto é baseado no corte da forragem, removendo-a de um determinada área amostral (moldura de metal, madeira, plástico, ou outros materiais de área conhecida) ou área total a ser avaliada (Alves et al., 2020; Arruda et al., 2011). Logo após, a amostra fresca é pesada e seca a  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 72 horas, e posteriormente a massa seca é pesada e estimada a massa da forragem disponível por unidade de área (Carvalho et al., 2008).

Este método é considerado o mais preciso e o mais utilizado para quantificar a produção forrageira em condições experimentais (Alves et al. 2020). Contudo, o método direto por ser um método destrutivo (remoção da parte aérea), inviabiliza a realização de outras avaliações por um determinado tempo (rebrotas) (Mannetje, 2000). Além disso, caso a área avaliada seja grande, maior será a quantidade da amostra para representar a massa de forragem de toda área, necessitando de maior utilização de mão de obra e equipamento, tornando o serviço oneroso (Carvalho et al., 2008).

Nos métodos diretos, existe a técnica do quadrado e a técnica do corte ou ceifa (uso de gaiolas de exclusão) (Carvalho et al., 2008).

#### 4.1 Técnica do quadrado

Considerada a técnica de avaliação de biomassa de forragem mais conhecida, a técnica do quadrado utiliza moldura de área conhecida, tais como madeira ou metal, normalmente em forma de quadrado ou retângulo para delimitar a área que será realizado corte (Salman et al., 2006). Além do quadrado, é necessário equipamento para o corte e pesagem da forrageira, tal como a balança portátil, e um equipamento cortante (tesoura), como demonstrado na Figura 1.

**Figura 1.** Estimando a massa de forragem pela técnica do quadrado.



Fonte: Consultoria (2013) e Garcia (2017).

Segundo Salman *et al.* (2006) o tamanho do quadrado é modificado conforme a uniformidade da área e do hábitos de crescimento da gramínea amostrada (Tabela 1). Além disso, as molduras menores (0,5 m<sup>2</sup>) tem sido usada em áreas de pastagem mais uniforme, enquanto quadrados maiores (1 m<sup>2</sup>) são utilizados em pastagens muito heterogêneas (áreas descoberta, diversidade de espécies de plantas ou algum estágio de degradação) (Salman et al., 2006).

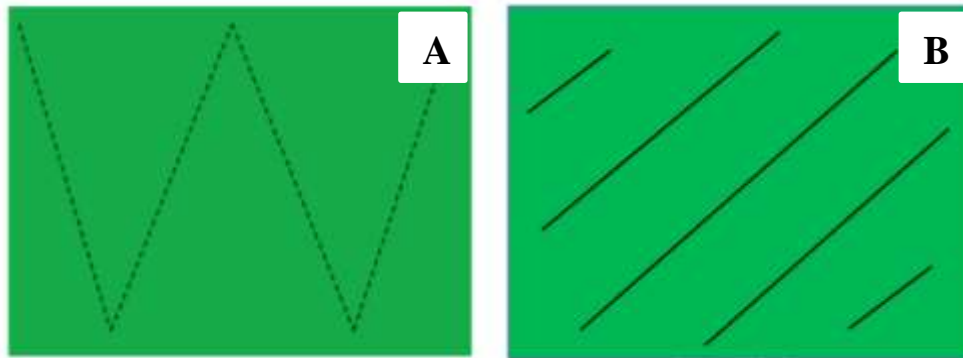
**Tabela 1.** Formas e medidas de quadros amostrais para avaliação da massa de forragem.

Forrageira	Habito de crescimento	Dimensão do quadrado (m)	Area da moldura (m <sup>2</sup> )
Mombaça, Tanzânia, Andropogon, Capim Elefante	Ereto, touceira	1,5 x 1,5 ou 1,0 x 2,25	2,25
Pangola, Braquiarião, Xaraés, Braquiária decumbens	Prostrado, subprostrado	1,0 x 1,0 ou 0,5 x 2,0	1,0
Coast-cross, Tiftons, Estrela	Prostrado, rasteiro	0,5 x 0,5 ou 0,5 x 1,0	0,25 ou 0,5

Fonte: Adaptado de Salman *et al.* (2006).

A escolha do método de amostragem é dependente da variabilidade, composição botânica e densidade da pastagem, assim as características estruturais indicarão a quantidade de amostras e/ou procedimento de amostragem que representara os resultados mais confiáveis (Silva et al., 2018). Nesse sentido, é necessário ter o conhecimento da área a ser avaliada, que pode ser feito através do caminhamento em “W” ou em linhas transversais (Figura 2), sendo assim, é possível determinar as dimensões e ter uma ideia acerca da heterogeneidade da área a ser amostrada.

**Figura 2.** Formas de caminhada sobre a da área a ser amostrada. O caminhada pode ser feito em W (A) ou em linhas transversais (B).



Fonte: Rösler (2017).

A parti do conhecimento da área, pode ser adotado estratégias para a coleta das amostras, que podem ser amostragem aleatória, sistêmica e induzida. A amostragem alotaria refere-se a escolha aleatória de pontos a serem amostrados, de maneira que cada local tenha a possibilidade de ser incluído na amostragem (T'mannetje, 2000), recomendada quando o dossel forrageiro apresenta pouca heterogeneidade da massa de forragem. Amostragem sistêmica é baseado em estabelecimento de distâncias iguais entre as unidades de amostragem, indicado para pastagens com condições estruturais homogêneas, já a amostragem induzida, refere-se a escolhas de pontos que representa a média de um determinada característica do pasto, normalmente a altura, que possui correlação positiva com a massa da forragem (Salman et al., 2006; Silva et al., 2018)

Nesse sentido, Silva *et al.* (2018) comparou três procedimentos de amostragem (amostragem sistêmica, aleatória e induzida) a para estimar massa de forragem, altura, interceptação luminosa, e índice de área foliar em pastagem de capim Tanzânia. Observaram que a utilização da amostragem induzida permitiu estimar com maior precisão as variáveis em pastagem homogênea de capim Tanzânia sob lotação rotacionada.

A quantidade de amostra necessária para avaliação confiável é dependente da variação da produção de forragem na área. A estatística presumi que o número de amostras seja suficiente para estimar a variabilidade, sendo o coeficiente de variação inferior a 10 -15% é confiável para estimar a produção, porem é necessário grande numero de amostra (Salman et al., 2006). Nesse sentido, é interessante a pessoa responsável pela coleta seja experiente e com cauteloso no momento de determinar o número de amostra (Salman et al., 2006). Segundo Mannetje (1987), considerando áreas pequenas (ex. parcelas experimentais) a proporção de área amostrada pode variar entre 100 a 10 %, já considerando áreas extensas, recomendam-se 5% ou ate menos.

Outro ponto relevante, é altura de corte do material na área do quadrado, dependente da espécie de planta utilizada para a formação da pastagem e habito de pastejo (Salman et al., 2006). A altura comumente utilizada é o corte ao nível do solo, com intuito de minimizar os erros, devido ao estabelecimento de referência comum, independente da forrageira, operador ou tratamento (Cunha, 2002; Salman et al., 2006). Contudo, este tipo de corte é muito severo, danificando a rebrota e a sobrevivência das plantas, além da seletividade dos animais durante o pastejo (ex. bovinos não pastejam rente ao solo, e a depender da estrutura do dossel, animal terá um consumo melhor ou pior qualidade), sendo esta altura não muito recomendado (Salman et al., 2006). Nesse contexto é recomendado que o corte ao nível do solo sejam realizados em sítios experimentais que não possuem limitação em área, podendo ser realizadas várias amostragens durante o período necessário para experimentação. Sendo assim, em condições de limitação da área experimental recomenda-se corte de acordo altura de resíduo preconizada, preservando a área experimental.

Após a realização do corte do material dentro da área do quadrado, o material é colocado em sacos plásticos e levados ao laboratório, para pesagem utilizando uma balança e determinação do peso fresco total. Logo após é retirada uma sub amostra de cada amostra, pesada, e colocado para secar a 65 ° C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, ou até o peso da amostra seca fique constante. A partir do peso fresco e seco da subamostra pode estimar o teor de matéria seca, produção de massa seca do quadrado amostral, e a produção de massa de forragem por hectare (Sbrissia et al., 2018), como demonstrado nas equações a seguir.

$$\text{Teor de materia seca (\%MS)} = \frac{\text{Peso seco da subamostra}}{\text{Peso fresco da subamostra}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{Massa seca do quadrado} = \frac{\text{MF quadrado amostral} \times \text{MS subamostra}}{\text{MF subamostra}} \quad \text{Equação 2}$$

$$\text{MF ou MS (kg. ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{MS ou MF do quadrado amostral (kg)} \times 10000 \text{ (m}^2\text{)}}{\text{Área do quadrado (m}^2\text{)}} \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

MS: massa seca

MF: massa fresca

Através da obtenção da massa de forragem é possível calcular o acúmulo de forragem durante a estação do ano, período de pastejo ou durante todo o ano. Considerando a lotação rotativa, acúmulo de forragem durante um período de descanso é obtida pelo seguinte equação, proposta por Pedreira (2002).

$$\text{AF (kg)} = \text{MF pré-pastejo}_{\text{ciclo } n} - \text{MF pós-pastejo}_{\text{ciclo } n-1} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

AF: acúmulo de forragem

MF pré-pastejo<sub>ciclo n</sub>: Massa de forragem pre pastejo

MF pós-pastejo<sub>ciclo n-1</sub>: massa de forragem pos-pastejo

Nesse contexto, é possível calcular a taxa de acúmulo diário, como demonstrado na equação 5.

$$\text{Taxa de acúmulo diario (kg.dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{acúmulo de forragem no periodo (kg)}}{\text{Dias de descanso (dias)}} \quad \text{Equação 5}$$

Diversos são os estudos que utilizam a massa de forragem para determinar as variáveis citadas anteriormente, como demonstrado por Bittar e Souza (2021) onde avaliaram a produtividade de cultivares BRS Mombaça e BRS Zuri submetida a

adubação nitrogenada, no qual determinaram a massa fresca (MF) e massa seca (MS), produção de massa fresca total t ha<sup>-1</sup> (MFT), massa seca total t ha<sup>-1</sup> (MST), como demonstrado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Produção em g/m<sup>2</sup> de massa fresca (MF) e massa seca (MS), produção de massa fresca total t ha<sup>-1</sup> (MFT), massa seca total t ha<sup>-1</sup> (MST), e percentual de matéria seca de cultivares de *Panicum maximum*, sob doses de nitrogênio. Foi aplicado o Teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

Dose	Tratamento	MF	MFT	MS	MST	% MS
200kg N/ha <sup>-1</sup>	MOM	1344 A b	13448 A b	389 A a	4378 A a	28 A a
	ZURI	1364 A b	13641 A b	377 A b	4297 A b	27 A a
300kg N/ha <sup>-1</sup>	MOM	1561 B a	15618 B a	476 A a	4765 A a	31 A a
	ZURI	1702 A a	17022 A a	540 A a	5407 A a	31 A a
0 N/ha <sup>-1</sup>	MOM	612 A c	6127 A c	134 A b	1340 A b	22 A b
	ZURI	608 A c	6089 A c	133 A c	1336 A c	23 A b
CV (%)		15,38	67	4	1	8

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

A – Variação dos níveis dos tratamentos dentro dos níveis das cultivares.

a, – Variação dos níveis das cultivares dentro dos níveis dos tratamentos entrelinhas, a para Mombaca e a para Zuri.

Fonte: Bittar e Souza (2021).

Além das variáveis citadas anteriormente, a partir do conhecimento da massa de forragem é possível obter outras informações importante para avaliação das pastagens. Nesse sentido, as amostras colhidas para estimar a produção de forragem, podem passar pela separação botânica (divididas em diferentes componentes), antes de serem colocadas para secar na estufa (Rösler, 2017). Como demonstrado no estudo realizado por Silva *et al.* (2021) onde avaliaram a produtividade em *Urochloa brizantha* cv. Marandu e submetidas a diferentes doses de nitrogênio e frequências de corte, obterão diferentes variáveis respostas, tais como, matéria seca total, matéria seca de lâmina foliar, colmo e material morto, a parti da separação das amostrada coleta (Tabela 3).

Nesse sentido, diversas são as variáveis possíveis de estimar, como razão folha caule (orienta a qualidade da pastagem), proporção de cada componente na massa da forragem, além disso, após as amostras serem seca na estufa para a determinação da massa seca, esse material pode ser destinada à análise bromatológica, para avaliação da qualidade nutricional (PB, FB, FDN, FDA, entre outros) da pastagem.

**Tabela 3.** Massa seca total (MST), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo (MSC) e massa seca de material morto (MSMM), do capim marandu submetidas a diferentes doses de nitrogênio e frequências de corte

ADUBAÇÃO	NÚMERO DE FOLHAS			Média	Pr>Fe	CV%
	2	3	4			
<b>MST (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
90	9517,11	10022,92	7192,49	8910,84 B	0,000 <sup>1</sup>	7,47%
180	11927,08	11323,33	8922,08	10724,16 A	0,000 <sup>2</sup>	
Média	10722,09 a	10673,12 a	8057,28 b	9817,50	0,442 <sup>3</sup>	
<b>MSLF (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
90	6151,91	6918,45	5807,36	6292,57 B	0,000 <sup>1</sup>	10,09%
180	8502,42	9062,85	7183,46	8249,57 A	0,013 <sup>2</sup>	
Média	7327,16 ab	7990,65 a	6495,41 b	7271,07	0,499 <sup>3</sup>	
<b>MSC (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
90	1320,39 Ba	1550,42 Aa	597,82 Bb	1156,212	0,010 <sup>1</sup>	12,46%
180	1622,73 Aa	1466,48 Aa	1061,59 Ab	1383,604	0,000 <sup>2</sup>	
Média	1471,563	1508,451	829,7087	1269,908	0,030 <sup>3</sup>	
<b>MSMM (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
90	2044,80	1554,05	787,30	1462,05 A	0,082 <sup>1</sup>	32,49%
180	1801,93	793,99	677,03	1090,98 A	0,001 <sup>2</sup>	
Média	1923,36 a	1174,02 b	732,16 c	1276,52	0,386 <sup>3</sup>	

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Valor de P: <sup>1</sup> - número de folhas; <sup>2</sup> - adubação; <sup>3</sup> - interação entre número de folhas e adubação. CV%: coeficiente de variação.

Fonte: Silva *et al.* (2021).

#### 4.2 Técnica da gaiola de exclusão

Em áreas sob pastejo, como é o caso da lotação contínua, a estimativa da massa de forragem pode ser realizada através do uso de gaiolas de exclusão, colocadas nas pastagens, de modo a evitar que a pasto seja pastejado pelo animal (Carvalho *et al.*, 2008; Pedreira, 2002; Zanine *et al.*, 2006).

Existem diversos tipos de gaiolas de exclusão, tais como, gaiola tripé (formada por três pedaços de madeira, aparafusado na parte superior e envolto com arame, altura variando entre 1,8 a 2 m), considerada a mais simples e com elevada eficiência; gaiola quadrada (formada por eixos de ferro, com altura de 1 a 1,5m). Além disso, independente do modelo, ambas devem ser abertas, a fim de evitar que dentro delas criem um microclima, que pode afetar o crescimento das plantas no seu interior (Zanine *et al.*, 2006).

Existem vários métodos de avaliação em gaiolas, tal como, a amostragem através do método “não emparelhamento”, considerado o mais simples, este consiste em cortar área coberta pela gaiola, descartar a forragem cortada, colocar a gaiola, permitir o crescimento da pastagem e após corta novamente, para determinar a produção no final do período de pastejo ou em algum espaço de tempo (Gadner, 1986; Zanine *et al.* 2006). Outro método consiste, amostragem de “emparelhamento simples” que consiste no pareamento entre dois pontos (ponto A e B - áreas idênticas e representativa da pastagem), onde se corta um ponto A, e a forragem colhida é pesada e coloca a gaiola de exclusão no ponto B, onde a vegetação estará intacta. Após o período de avaliação a forragem da gaiola (ponto B) é cortada, e após o material é pesado, assim o crescimento é estimado pela diferença entre a massa fresca (MF) do ponto B em relação à massa de forragem colhida anteriormente no ponto A.

Além desse dois métodos, Moraes (1990) propôs um terceiro método, denominado “triplo emparelhamento”, em que consiste na escolha de três pontos na pastagem (semelhantes entre si), ou seja, além dos dois pontos citados no método emparelhado simples, é escolhido um terceiro ponto, que será a referência para a próxima amostragem, quando será considerado o ponto A (Pedreira *et al.*, 2002; A. W. L. da Silva *et al.*, 2021; Zanine *et al.*, 2006).

Para estimar o acúmulo de forragem, através do uso de gaiola em lotação intermitente é obtida pela da seguinte equação (Zanine *et al.* 2006):



$$AF \text{ (kg)} = MFg - MFp$$

**Equação 6**

Onde:

AF: Acumulo de forragem;

MFg: massa de forragem dentro da gaiola, no ultimo dia de exclusão;

MFp: massa de forragem dentro da gaiola, no dia da colocação da gaiola.

Segundo Zanine *et al.* (2006) em lotação continua, o acumulo de forragem se estimar por ciclo de amostragem, devido não haver período de descanso (lotação intermitente). Considerando que o ciclo de amostragem seja 21 dias, para calcular o acumulo de forragem é necessário realizar um corte amostral fora da gaiola no dia “0”. Após passar os 21 dias do ciclo de amostragem, estima-se a massa de forragem dentro da gaiola e fora em áreas aleatórias da pastagem. E a parti desses valores de massa de forragem é possível estimar o acumulo de forragem, pela seguinte equação.

$$AF \text{ (kg)} = MF \text{ gaiola }_{21 \text{ dias}} - MF \text{ gaiola }_{\text{dia zero}}$$

**Equação 7**

Onde:

AF: Acumulo de forragem;

MF gaiola <sub>21 dias</sub>: massa de forragem dentro da gaiola no dia 21;

MF gaiola <sub>dia zero</sub>: massa de forragem fora da gaiola no dia 0.

Caso queira continua as avaliações, é necessário rotacionar novamente as gaiolas e a massa de forragem, é novamente quantificada no dia 21, e logo após o período de 21 dias é estimado a produção de forragem no dia 42, a parti da obtenção desses valores é possível calcular o acumulo de forragem, como demonstrado na equação 8 (Zanine et al., 2006).

$$AF \text{ (kg)} = MF \text{ gaiola }_{42 \text{ dias}} - MF \text{ gaiola }_{21 \text{ dias}}$$

**Equação 8**

Onde:

AF: Acumulo de forragem;

MF gaiola <sub>42 dias</sub>: massa de forragem dentro da gaiola no dia 21;

MF gaiola <sub>21 dia</sub>: massa de forragem fora da gaiola no dia 0

## 5. Métodos Indiretos

Os métodos diretos apesar de proporcionar maior precisão para estimar a massa da forragem, apresenta algumas limitações (discutidas anteriormente), assim é necessário o uso de métodos mais rápido, menos destrutivos e com alta acurácia. Diante dessa necessidade surgiram os métodos indiretos, de modo á tornar avaliação das pastagens mais operacional (Carvalho et al., 2008; Zanine et al., 2006). Diversos são os métodos indiretos de avaliação da pastagem, tais como, a estimativa visual, estimativa baseada na altura e na densidade do dossel e outras estimativas mais sofisticada.

Segundo Zanine et al. (2006) as principais vantagens dos métodos indiretos são:

- Redução na quantidade de trabalho, equipamento, recurso, tempo, ou seja, mais operacional, e consequentemente menor custo;

- Aplicação em áreas com animais em pastejo ou difícil acesso (locais que difícil de realizar amostragem confiável usando o método direto);
- Possibilidade de realizar avaliação da forragem em área pequenas;
- Classificar os tratamentos com elevada diferença comparativa.

Contudo, estes métodos apresentam alta variabilidade entre as amostras, o que pode levar a menor precisão. Diante disso é necessário bom treinamento prévio dos avaliadores, para que as medições seja feita de maneira exata e precisa (Carvalho et al., 2008).

A calibração dos métodos indiretos tem como base a técnica de dupla amostragem, ou seja, é necessário a realização dos dois métodos de avaliação, direto e indireto, de maneira que gere uma calibração do referencial indireto a parti do direto. Logo, após a calibração do método indireto, as estimativas de massa de forragem podem ser realizada através da curva de calibração gerada (Edvan et al., 2016; Pedreira et al., 2002; Zanine et al., 2006). Diante disso, é importante que a calibração abranger todo ecossistema da área (condições do pasto e massa de forragem). Segundo Pedreira et al. (2002), após a calibração, pode ser realizada na área, um grande número de amostragem indireta, a fim de incorporar mais variabilidade espacial na pastagem, além disso, com maior número de amostragem é possível melhor calibração da curva de predição, reduzindo os erros das estimativas indiretas. Segundo este mesmo autor, pode realizar calibração do método indireto em diferente ocasiões durante o período experimental ou fazenda, para que posso identificar agrupamentos de dados de calibração por período, época do ano, espécies de plantas.

A seguir serão descritos os principais métodos indiretos de avaliação das pastagens

### 5.1 Estimativa visual comparativo

A estimativa visual comparativa foi proposto por Haydock & Shaw (1975), em que consiste na estimacão da massa de forragem através de escores de 1 a 5, determinado visualmente, representando às diferenças na produção a serem encontrada na área experimental (Zanine et al., 2006), sendo que após a atribuição das notas é feito corte da área avaliada, a fim de determinar a produção de massa de forragem para cada escore, para posterior calibração da equação da relação do escore com a produção de matéria seca (Pedreira et al., 2002)

Machado e Kichel (2004) descreveram a estimativa visual comparativa em diferentes fases, utilizando como exemplo, a avaliação da produção de forragem em pastagem de *Brachiaria brizantha* muito desuniforme, o autor atribui notas variando de 10 a 30, em vez de escore, como demonstrado por Haydock & Shaw (1975):

1° Fase – atribuição de notas comparativas: marcação de quadrados em que ocorre diferentes quantidade de folhas, como demonstrado na figura 3.

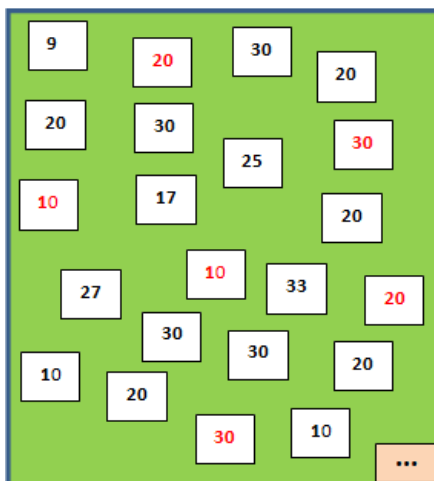
**Figura 3.** Padrões de comparação: 10 - menor quantidade de folhas no piquete, mas que o capim esteja cobrindo o solo; 20 - intermediário entre os 10 e 30; 30– maior quantidade de folhas (pasto mais alto e pouco pastejado)



Fonte: Machado e Kichel (2004).

2° Fase – estimativas visuais: após a definição dos padrões, inicia-se avaliação visual na pastagem, atribuindo notas de acordo com os padrões de referência (voltando-lhes quando tiverem dúvidas), além disso, os padrões marcados não serão cortados, sendo as amostrados cortadas durante a estimativa visual. Considerando uma pastagem de 30 hectares, onde serão realizadas 120 determinações visuais, sendo uma amostrada cortada a cada 20 amostras visuais (totalmente acaso), como demonstrado na Figura 4.

**Figura 4.** Avaliação visual da pastagem com atribuição de nota (baseado no padrão de referencia) (adaptado de Machado and Kichel 2004)

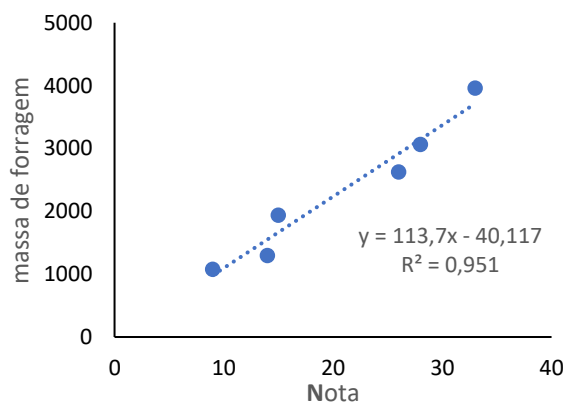


Fonte: adaptado de Machado e Kichel (2004).

3° Fase – Calculo da disponibilidade: as amostradas coletada são avaliadas conforme o método direto (citado anteriormente). De acordo com os resultados das amostras (massa da forragem) é feita uma calibração através de equações de regressão, como demonstrado a seguir.

**Figura 5.** Exemplo de gráfico de dispersão com base em notas e produção de matéria seca.

Numero de amostra	Nota	Massa de forragem (kg de MS. Há)
1	28	3067
2	33	3960
3	9	1077
4	15	1940
5	14	1299
6	26	2629
Nota media	23	2575 kg/ha



Obs: a nota media refere-se a media da 120 avaliações, e com a regressão obtida, foi possível estima a produção da pastagem.

$$MF=113,7x -40,117 \rightarrow MF= 113,7(23)-40,117 \rightarrow MF=2574,98 \text{ kg de MS}$$

Onde:

MF= produção da massa de forragem

X= escore

Fonte: adaptado de Machado e Kichel (2004).

Esse método pode ser utilizado com sucesso no manejo das fazendas, porém existe algumas limitações, devido elevado grau de subjetividade e variações entre observadores (Zanine *et al.* 2006, Mannetje 2000). Sendo assim é necessário treinamento prévio dos avaliadores para que esse método seja mais exato (Pedreira *et al.*, 2002), pois o avaliador tem que associar o que visualizar como os padrões (notas) conhecida, podendo estimar de maneira precisa sobre a quantidade de massa de forragem na área (Zanine *et al.*, 2006).

Cóser *et al.* (2003) avaliando a confiabilidade do método rendimento visual comparativo para estimar a produção de forragem em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach), utilizando quatro observadores. Observaram que esta técnica pode ser utilizada para estimar a massa de forragem, com valores de coeficiente de determinação variando entre 0,92 a 0,96, além disso, não houve diferença entre os avaliadores, indicando a importância do treinamento prévio para utilização desse método. Resultados semelhantes foram encontrados por Lopes *et al.*, (2000) estimando a produção de forragem em pastagem de capim-elefante, através do uso rendimento visual comparativo. Verificaram que esse método propiciou maiores coeficientes de determinação das equações estimadoras, como demonstrado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das equações que estimam matéria seca total, colmo e lâmina foliar de capim-elefante e coeficiente de variação (CV) utilizando o rendimento visual comparativo.

Método <i>Method</i>	Avaliação <i>Evaluation</i>	MS total <i>Total DM</i>		Colmo <i>Stem</i>		Lâmina foliar <i>Leafblade</i>	
		$R^2$	CV(%)	$R^2$	CV(%)	$R^2$	CV(%)
Rendimento visual	1 <sup>a</sup>	0,68**	34,27	0,74**	29,40	0,58**	42,85
Comparativo	2 <sup>b</sup>	0,80**	22,67	0,79**	25,62	0,80**	21,66
<i>Visual comparative yield</i>	3 <sup>c</sup>	0,86**	15,84	0,80**	19,63	0,86**	15,24

Fonte: Lopes *et al.*, (2000).

## 5.2 Altura do dossel não comprimida

Semelhante ao método citado anteriormente, é necessário calibrar a altura como indicador da massa de forragem, e medindo a altura do dossel com auxílio de régua ou um bastão graduado em diferente ponto da área experimental (Pedreira *et al.*, 2002), sendo a altura do dossel, correspondente à média dos pontos coletados. As medições no ponto de amostragem devem ser realizada da base do solo até a curvatura da folha mais alta, além disso, existe adaptação desse método, é uso de transparência, colocado sobre o dossel, a fim de fornecer valor médio das alturas, sem utilizar a densidade para a determinação da massa forragem (Zanine *et al.*, 2006).

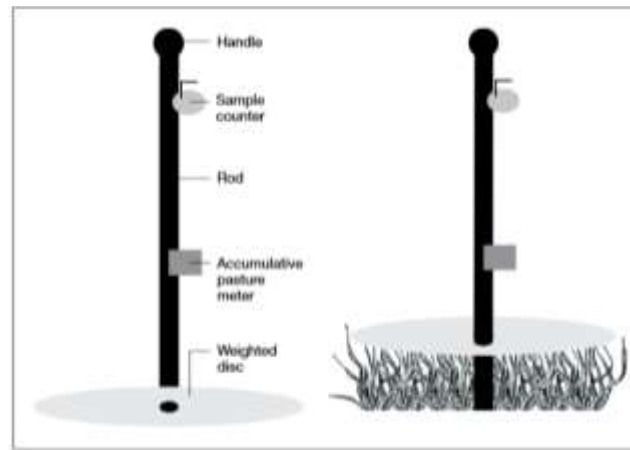
Entre as vantagens desse método, é a não necessidade de equipamentos caros (uso de somente a régua). Contudo, o uso da altura e de outros métodos indiretos para estimar a massa de forragem, esta associada a baixa precisão exatidão, pois consiste somente na aproximação do valor real da massa de forragem (Pedreira *et al.*, 2002; Zanine *et al.*, 2006). Nesse contexto, a utilizar da altura para prever a massa forragem é mais confiável quando a densidade do dossel for constante e uniforme (Moterle *et al.*, 2017; Pedreira *et al.*, 2002; Zanine *et al.*, 2006).

## 5.3 Altura comprimida do dossel

A altura comprimida do dossel é um dos métodos indiretos utilizado para estimar a massa de forragem no dossel, baseado no uso de um disco ou prato que corre ao longo de uma haste graduada em centímetros (K. M. Alves, 2017), quando o prato é colocado sobre determinado ponto, registra a altura de repouso (Pedreira *et al.*, 2002), como demonstrado na Figura 6.

A calibração do disco deve ser realizado para cada tipo de pasto e/ou estagio vegetativo, dado através do uso de arco de metal com mesmo diâmetro do disco, colocado no dossel, sendo altura desse ponto lida com auxílio do disco, sendo após cortada, secada e pesada. Logo, através da relação da altura do disco e a produção de massa de forragem é gerado uma equação de regressão (semelhante ao métodos anteriores) (Pedreira et al., 2002; Zanine et al., 2006).

**Figura 6.** Funcionamento do prato/disco ascendente.



Fonte: Extension (2007).

A dimensão do disco pode variar entre 0,2 a 1 m<sup>2</sup>, escolhido de acordo com espécie da planta (Frame, 1981). Esse método é recomendado para medir a massa de forragem em dosséis de porte médio a baixo (folhosa e como macio) e que apresenta maior uniformidade e densidade (Salman et al., 2006), sendo que em dosséis muito grande e regidos a leitura pode ser imprecisa (correlação fraca entre altura do prato e massa de forragem), por não considera a densidade, respondendo somente à leitura (Pedreira et al., 2002). Nesse contexto, áreas pouco homogêneas e com elevada variabilidade (espécies, maturidade, variações na estação do ano/período) em relação à altura e densidade do dossel, é necessário amostrar um maior número de calibração a fim de ter maior abrangência e representatividade do dossel (Deminicis, 2015).

Nesse sentido, Braga *et al.* (2009) avaliando diferentes métodos indiretos (altura e o disco ascendente) de estimativa de massa de forragem em pastagem de capim marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) sob lotação rotativa. Observaram que as equações apresentavam o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) médio de 0,91 e 0,82, para altura e o disco, respectivamente.

Silva e Cunha (2003) avaliando dois métodos indiretos (régua e prato ascendente) para estimar a massa de forragem de diferentes cultivares do gênero *Cynodon*, durante 12 meses. Observaram que a calibração dos métodos deve ser realizada para cada cultivar e periodicamente, devido as variações na estrutura do dossel que ocorre ao longo do ano. Além disso, os dois métodos apresentaram eficácia na predição e na acurácia, como demonstrado na tabela 5. Resultados semelhantes foram encontrados por diferentes autores (Aranda et al., 2012; Arruda et al., 2011; Dufloth et al., 2015; Gomide et al., 2001).

**Tabela 5.** Equações de calibração para a estimativa de massa de matéria seca de forragem em pastos formados por cultivares de *Cynodon* spp. pelo método do prato ascendente ou régua.

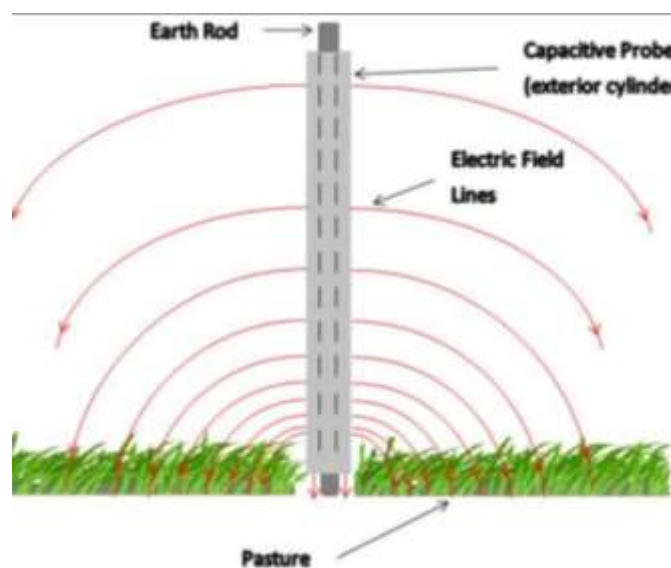
Prato ascendente				Regua			
Cultivar	Equação	R <sup>2</sup>	CV (%)	Cultivar	Equação	R <sup>2</sup>	CV (%)
Primavera				Primavera			
Florakirk	M = 3570 + 120H	0,54	28	Florakirk	M = 3080 + 195H	0,60	26
Tifton 85	M = 3055 + 165H	0,73	23	Tifton 85	M = 2600 + 265H	0,72	23
Coastcross	M = 2480 + 125H	0,49	33	Coastcross	M = 2590 + 150H	0,40	36
Verão				Verão			
Florakirk	M = 1660 + 145H	0,80	24	Florakirk	M = 1260 + 220H	0,77	25
Tifton 85	M = 1515 + 160H	0,77	26	Tifton 85	M = 895 + 265H	0,81	24
Coastcross	M = 995 + 155H	0,86	21	Coastcross	M = 710 + 215H	0,85	22
Outono				Outono			
Florakirk	M = 2760 + 135H	0,52	31	Florakirk	M = 2360 + 205H	0,60	28
Tifton 85	M = 2125 + 175H	0,65	30	Tifton 85	M = 1695 + 280H	0,71	27
Coastcross	M = 1885 + 150H	0,63	31	Coastcross	M = 1520 + 210H	0,64	30
Inverno				Inverno			
Florakirk	M = 2790 + 115H	0,68	24	Florakirk	M = 2720 + 155H	0,61	26
Tifton 85	M = 2855 + 145H	0,73	23	Tifton 85	M = 2470 + 230H	0,69	25
Coastcross	M = 1965 + 135H	0,68	27	Coastcross	M = 1755 + 170H	0,64	29

Fonte: Adaptado de Silva e Cunha (2003).

#### 5.4 Sondas eletrônicas

A sonda eletrônica para avaliação da massa da forragem na pastagem, baseia-se na diferença na capacitância (Figura 7). A capacitância refere-se a quantidade de carga elétrica armazenada por dois condutores separado por um isolador (Carvalho et al., 2008; Pedreira et al., 2002; Zanine et al., 2006). Diante disso, a quantificação da massa de forragem com uso da capacitância baseia-se no fato de que a capacitância do ar ser baixa, enquanto, a da forragem é considerada alta (Pedreira et al., 2002).

**Figura 7.** Método sonda de capacitância um campo elétrico de baixa tensão se espalha da sonda para o crescimento do material nas proximidades. Mudanças no campo elétrico, relacionadas à massa de água do material vegetal que ele atravessa, permitem calcular a matéria seca por hectare. Torna-se menos preciso se o pasto estiver molhado com orvalho ou chuva.



Fonte: Novel (2021).

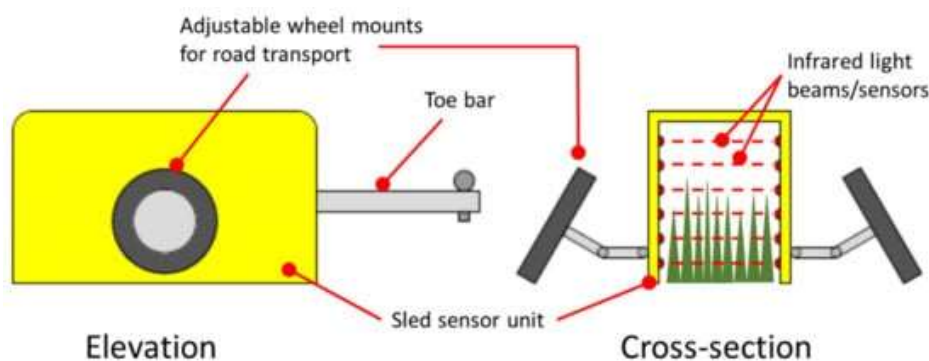
Semelhantes aos outros métodos indireto, é necessário realizar diversas leituras da área (rápida e eficiente) para a calibração do aparelho antes de ser usado, devido à capacitância da forragem é variável conforme as espécies de plantas, teor de umidade na forragem e as variações ao longo do ano (Pedreira et al., 2002; Zanine et al., 2006). Nesse sentido as principais desvantagens desse método é a quantidade calibrações necessárias, além do alto custo para obtenção do equipamento.

Arruda *et al.* (2011) estudando a eficiência do medidor de capacitância em estimar a massa de forragem em pastagens de capim estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) observaram que medidor de capacitância não apresentou resultados consistentes ( $R^2$ :ns). Resultados semelhantes ( $R^2$ :0,15) foram encontrados por(Cauduro et al., 2006) .

### 5.5 Medidores eletrônicos de pastagens

Os medidores eletrônicos de pastagem são montados ou rebocados por veículos, um desse exemplo é o medidor de Pastagem C-Dax, desenvolvido na Nova Zelândia, é uma ferramenta usada pelos agricultores, a fim de estimar a produção de forragem em piquete ou em toda fazenda. O C-DAX é montado sobre rodas e foi projetado para ser rebocado por um quadriciclo (Figura 8), a velocidades aproximadas de 20 km/h. Este dispositivo mede a altura do pasto (200 vezes/s), sendo que a barra de luz infravermelha detecta a altura do dossel a medida que o feixe de luz é quebrado pela grama(Murphy et al., 2021; Pasture.io, 2021)

**Figura 8.** Esquema de Pastômetro C-DAX.



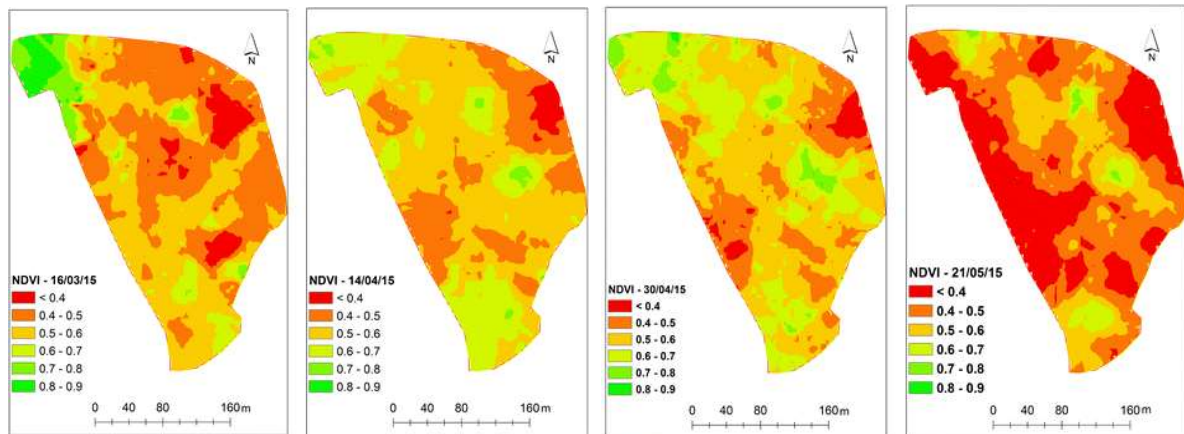
Fonte: Murphy et al., (2021).

### 5.6 Sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto refere-se a utilização em conjunto de sensores e equipamentos para obtenção ('drones', satélites, aeronaves), processamento e análise de energia eletromagnética refletida ou emitida pelo dossel (Alves et al., 2020). Geralmente o índice mais utilizado é o índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) (Rouse et., 1973), onde relaciona reflectância da vegetação aos comprimentos de ondas vermelho e próximo do infravermelho (Alves et al., 2020; Pinguello et al., 2020). Segundo Pinguello *et al.* (2020), a maior quantidade de luz é absorvida e o infravermelho próximo refletida, quando o dossel apresenta maior produção e forragem, contudo, quando dossel apresenta menor produção de massa acontece o inverso.

Serrano *et al.* (2016) avaliando dois tipos de sensores, o sensor óptico ativo ("OptRx", que mede o NDVI) e um teste de capacitância ("GrassMaster II" que estima a massa vegetal) sob a variabilidade e a produtividade do pasto. Observaram que adoção NDVI pode ser usado para monitorar as padrões espaciais e temporais do crescimento vegetativo, sendo que os valores mais alto (NDVI) foi observado quando o dossel se aproximava do seu maior vigor vegetativo, que aconteceu no início da primavera, que na condição desse estudo, caracterizava estação de condições favoráveis (temperatura e pluviosidade) para o crescimento das plantas, contudo houve redução no NDVI em maio (seca), como demonstrado na figura 9. Nesse estudo, também foi possível desenvolver equações de calibração, onde apresentaram correlação significativa e muito forte.

**Figura 9.** Variabilidade espacial do NDVI e evolução de seus padrões durante a estação de crescimento, entre março e maio de 2015.



Fonte: Serrano *et al.* (2016).

Esta tecnologia parece promissora para estimar a produtividade das pastagens, devido um amplo escopo espacial e temporal dos dados, contudo ela necessita de mão de obra qualificada, além do alto custo, quando comparada a outras técnicas (Alves *et al.*, 2020).

### 5.7 Modelos matemáticos

Diversas são os fatores regionais que influencia a estacionalidade da produção de forragem, podendo ser afetada pela condições hídricas, térmica ou a compilação simultânea de dois, ou mais fatores. Nesse contexto, a modelagem vem sendo utilizada com o preceito de que a produção de forragem pode ser predita através das variações climáticas (Pezzopane *et al.*, 2019).

A produtividade da forrageira pode ser estimado por modelos empíricos ou mecanicista. Segundo Andrade *et al.* (2016), modelos mecanicistas consideram o conhecimento de processos físicos, químicos e biológicos que regem os fenômenos em estudo. Às vezes são considerados explicativos porque expressam uma relação causa-efeito entre as variáveis. Os modelos empíricos também são chamados de modelos correlativos ou estatísticos, oferecendo pouco ou nada à compreensão dos processos causa-efeito envolvidos, e são projetados para obter a correlação entre a produção agrícola com uma ou mais variáveis como temperatura, radiação, disponibilidade de água e nutrientes, especialmente nitrogênio.

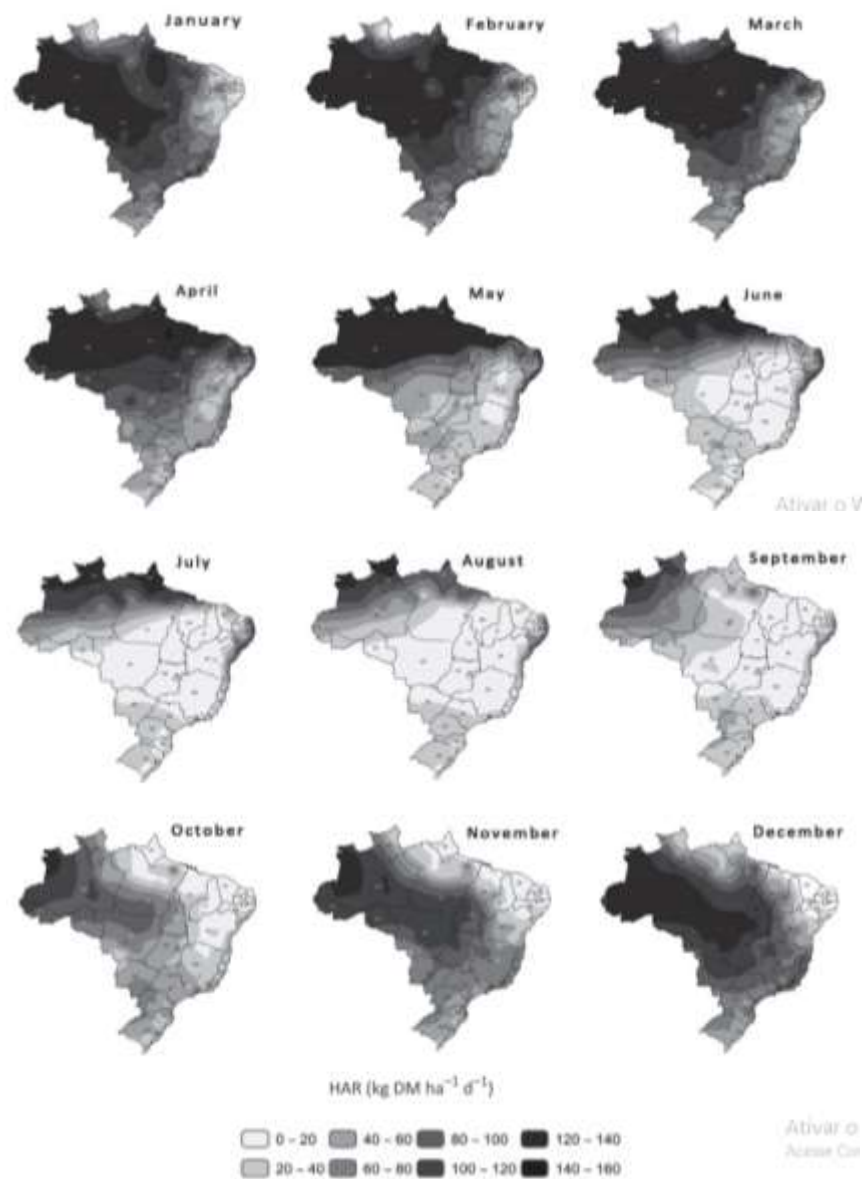
Os modelos CROPGRO-PFM (Pequeno *et al.*, 2014;), APSIM (Araújo *et al.*, 2013), ORCHIDEE (Chang *et al.*, 2013) vem sendo adaptados para serem utilizados em simulações de crescimento de forrageiras tropicais. Além disso, é possível observar através de simulações, o efeito do cenário futuro, baseado nas projeções das mudanças climáticas na produtividade das pastagens tropicais (Jose Ricardo Macedo Pezzopane *et al.*, 2019).

Pezzopane *et al.* (2017) avaliando a produção de forragem de *Panicum maximum* cv. Tanzania para Brasil, baseado em um modelo agrometeorológico de estimativa de produção. O modelo utilizado foi desenvolvido por Pezzopane *et al.* (2012). A produção de forragem para condições climáticas atual para o Brasil foi estimada através de meios de séries climáticas temporais de 285 estações meteorológicas. Os autores observaram que existem variações regionais e sazonais na produção anual de forragem relacionadas à variação da temperatura e disponibilidade de água durante o ano. Como demonstrado na figura 10.

Contudo, ainda é necessário compreender as interações complexas entre espécie e ambiente para que a aplicação da modelagem matemática seja de fato eficiente, visto que é necessário agrupar todas as fontes de variação envolvida no processo de acúmulo de massa (Andrade *et al.*, 2016).



**Figura 10.** Taxa de acumulação de forragem (HAR) do *Panicum Maximum* CV. Tanzânia de janeiro a dezembro para o território brasileiro em solos médios de textura.



Fonte: Pezzopane et al. (2017).

## 6. Considerações Finais

As pastagens tropicais são a principal fonte de alimentos para os ruminantes no Brasil, contudo a falta de conhecimento referente de como maneja-la pode ocasionar prejuízos no sistema de produção. Diante disso o conhecimento da produção de massa de forragem, sua variação durante o ano e a distribuição espacial da biomassa forrageira é fundamental para decisões referentes ao manejo correto das pastagens.

A avaliação de biomassa pode ser realizada através do método direto ou indireto, porem o método escolhido deve representar de forma precisa as condições da pastagem, com baixo custo de operação e alta precisão. Nesta revisão ficou evidente que não existir um método perfeito, pode-se optar por aquele que se ajuste melhor a realidade em cada propriedade e forneça estimativas de disponibilidade de forragem adequadas para o balizamento do manejo da pastagem.

## Referências

- Alves, C. D. O., Tamy, W. P., Bittencourt, F., Souza, M. De, & Donagemma, G. K. (2020). *Methods for estimating forage mass in pastures*. 160–163.
- Alves, C. P., Cirino Júnior, B., Rocha, A. K. P., Vieira, D. S. M. de M., Eugênio, D. da S., & Leite, M. L. de M. V. (2021). Respostas morfofisiológicas das plantas forrageiras sob manejo de cultivo e pastejo: Uma revisão. *Research, Society and Development*, 10(6), e10610615405. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15405>
- Alves, K. M. (2017). *Métodos para estimar a massa e a composição morfológica da forragem em dosséis de capim-marandu*. Universidade Federal de Uberlândia.
- 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. (2016). Simulating tropical forage growth and biomass accumulation: an overview of model development and application. *Grass and Forage Science*, 71(1), 54–65. <https://doi.org/10.1111/gfs.12177>
- Aranda, I., Gil-Pelegrín, E., Gascó, A., Guevara, M. A., Cano, J. F., De Miguel, M., Ramírez-Valiente, J. A., Peguero-Pina, J. J., Perdiguero, P., Soto, A., Cervera, M. T., & Collada, C. (2012). Drought Response in Forest Trees: From the Species to the Gene. In *Plant Responses to Drought Stress* (pp. 293–333). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0_12)
- Arruda, D. S. R., Canto, M. W. do, Jobim, C. C., & Carvalho, P. C. de F. (2011). Métodos de avaliação de massa de forragem em pastagens de capim-estrela submetidas a intensidades de pastejo. *Ciência Rural*, 41(11), 2004–2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000141>
- Bittar, D. Y., & Souza, B. A. A. de. (2021). Efeito do nitrogênio nas características estruturais e produção de biomassa em forrageiras do gênero panicum. *Ipê Agronomic Journal*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.37951/2595-6906.2021v5i1.6882>
- Braga, G. J., Pedreira, C. G. S., Herling, V. R., Luz, P. H. de C., Marchesin, W. A., & Macedo, F. B. (2009). Quantifying herbage mass on rotationally stocked palisadegrass pastures using indirect methods. *Scientia Agricola*, 66(1), 127–131. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000100018>
- Candido, M. J. D., Lopes, M. N., Furtado, R. N., & Junior, J. A. A. C. (2019). Técnicas de avaliação com animais em pastejo. In *IX SIMFOR-IX Simposio sobre manejo estratégico de pastagens e VI simposio internacional sobre produção animal em pastejo*.
- Carvalho, R. de C. R., Athayde, A. A. R., Valeriano, A. R., Medeiros, L. T., & Pinto, J. C. (2008). Método de determinação da disponibilidade de forragem. *Ciência et Praxis*, 1(2), 7–10.
- Castro, F. R. de, & Rezende, C. F. A. (2021). Uso de corretivos do solo e a recuperação de pastagem degradada de Braquiária brizantha. *Research, Society and Development*, 2021, 1–7. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i17.22617>
- Cauduro, G. F., Carvalho, P. C. de F., Barbosa, C. M. P., Lunardi, R., Pilau, A., Freitas, F. K. de, & Silva, J. L. S. da. (2006). Comparação de métodos de medida indireta de massa de forragem em pasto de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). *Ciência Rural*, 36(5), 1617–1623. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782006000500044>
- Consultoria, B. (2013). *Rally da pecuária, uma odisseia pelos pastos*. Beefpoint. <https://www.beefpoint.com.br/rally-da-pecuaria-uma-odisseia-pelos-pastos/>
- Cóser, A. C., Martins, C. E., Deresz, F., Freitas, A. F. De, Paciullo, D. S. C., Salvati, J. A., & Schmidt, L. T. (2003). Métodos para estimar a forragem consumível em pastagem de capim-elefante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(7), 875–879. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000700012>
- Cunha, W. F. DA. (2002). *Métodos indiretos para estimativa de massa de forragem em pastagens de Cynodon spp*. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- Dufloth, J. H., Back, Á. J., & Passo, R. dos. (2015). Estimativa da produção de pasto através de dois métodos indiretos: Régua ( altura ) e Disco Medidor ( densidade ). *Agropecuária Catarinense*, 28(46), 83–86. <http://publicacoes.epagri.sc.gov.br/index.php/RAC/article/view/185/93>
- Extension, P. S. (2007). *Determining pasture yield. Figure 1*.
- Garcia, S. (2017). *Massa de forragem, por que e como calcular\_ - Nutrição Animal*. Agroceresmultimix. <https://agroceresmultimix.com.br/blog/como-calcular-massa-de-forragem/>
- Gomide, J. A., Wendling, I. J., Bras, S. P., & Quadros, H. B. (2001). Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de Brachiaria decumbens manejada sob duas ofertas diárias de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(4), 1194–1199. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000500009>
- Lopes, R. D. S., Fonseca, D. M. da, Cóser, A. C., Nascimento Júnior, D. do, Martins, C. E., & Obeid, J. A. (2000). Avaliação de métodos para estimação da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(1), 40–47. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100006>
- Machado, L. A. Z., & Kichel, A. N. (2004). *Ajuste de Lotação no Manejo de Pastagens*. 57.
- Magalhães, A., Heinrichs, R., Meirelles, G. C., Lira, M. V. da S., Rebonatti, M. D., Bonini, C. S. B., Soares Filho, C. V., & Moreira, A. (2020). Recuperação de pastagem de Urochloa decumbens com sistemas de manejo e adubação fosfatada. *Research, Society and Development*, 9(7), e347974118. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4118>
- Moterle, P. H., Rocha, M. G., Pötter, L., Sichonany, M. J. O., Amaral Neto, L. G. A., Silva, M. F., Salvador, P. R., & Vicente, J. M. (2017). Padrões de deslocamento de bezerras de corte recebendo suplemento em pastagem de azevém. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 69(4), 1021–1029. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9258>
- Murphy, D. J., Murphy, M. D., O'Brien, B., & O'Donovan, M. (2021). A Review of Precision Technologies for Optimising Pasture Measurement on Irish Grassland. *Agriculture*, 11(7), 600. <https://doi.org/10.3390/agriculture11070600>

- Novel. (2021). *GrassMaster Pro*. Novel. [www.impact-test.co.uk](http://www.impact-test.co.uk)
- Pasture.io. (2021). *O que é um medidor de pastagem C-Dax?* <https://Pasture.Io/c-Dax-Pasture-Meter>.
- Pedreira, C. G. S. (2002). Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. *XXXIX Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 100–150.
- Pedreira, C. G. S., Silva, S. C. da, Braga, G. J., Neto, J. M. de S., & Sbrissia, A. F. (2002). SISTEMAS DE PASTEJO NA EXPLORAÇÃO PECUÁRIA BRASILEIRA. *Simpósio Sobre Manejo Estratégico Da Pastagem*.
- Pellegrini, C. B. de, Moojen, E. L., Silva, J. H. S. da, Rocha, M. G. da, Brum, M. da S., & Gravina, F. S. (2010). Precisão da estimativa da massa de forragem com discos medidores em pastagem nativa. *Ciência Rural*, 40(1), 163–169. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000100026>
- Pereira, A., Shitsuka, D., Parreira, F., & Shitsuka, R. (2018). Método Qualitativo, Quantitativo ou Quali-Quantitativo. In *Metodologia da Pesquisa Científica*. [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 28 março 2020.
- Pezzopane, J. R. M., Santos, P. M., Evangelista, S. R. M., Bosi, C., Cavalcante, A. C. R., Bettioli, G. M., de Miranda Gomide, C. A., & Pellegrino, G. Q. (2017). Panicum maximum cv. Tanzânia: climate trends and regional pasture production in Brazil. *Grass and Forage Science*, 72(1), 104–117. <https://doi.org/10.1111/gfs.12229>
- Pezzopane, José Ricardo Macedo, Santos, P. M., Bosi, C., Evangelista, S., Petri, C. arlanche, & Cuadra, S. V. (2019). Cenários futuros das pastagens no Brasil. In *IX SIMFOR-IX Simposio sobre manejo estratégico de pastagens e VI simposio internacional sobre produção animal em pastejo*.
- Pezzopane, José Ricardo Macedo, Santos, P. M., Mendonça, F. C., Araujo, L. C. de, & Cruz, P. G. da. (2012). Dry matter production of Tanzania grass as a function of agrometeorological variables. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(4), 471–477. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000400001>
- Pinguello, A. J. C., Tameirão, E. R., Gonzaga, L. W. F., Mongelli, M. S., Faria, P. H. A. de, Ferrante, M., & Fernández, F. E. (2020). Uso de índice de vegetação da diferença normalizada na estimativa de produção de forragem. *Pubvet*, 14(3), 1–7. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n3a538.1-7>
- Rösler, D. C. (2017). Metodologias para a avaliação de pastagens. In *Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas*.
- Salman, A. K. D., Soares, J. P. G., & Canesin, R. C. (2006). Métodos de amostragem para avaliação quantitativa de pastagens. *Circular Técnica 84 - Embrapa*.
- Sbrissia, A. F., Duchini, P. G., Zanini, G. D., Santos, G. T., Padilha, D. A., & Schmitt, D. (2018). Defoliation Strategies in Pastures Submitted to Intermittent Stocking Method: Underlying Mechanisms Buffering Forage Accumulation over a Range of Grazing Heights. *Crop Science*, 58(2), 945–954. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.07.0447>
- Serrano, J. M., Shahidian, S., & Marques da Silva, J. R. (2016). Monitoring pasture variability: optical OptRx® crop sensor versus Grassmaster II capacitance probe. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(2), 117. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5126-5>
- Silva, A. W. L. da, Paz, L. L., Cagliari, A. R., Bortese, H. P., Begnini, N. J., Martins, H., & Backes, R. G. (2021). Acúmulo mensal de forragem em pastagem de tifton 85 no oeste catarinense/ monthly forage accumulation in tifton 85 pasture in western region of santa catarina state, brazil. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 7233–7249. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-489>
- Silva, S. C. da, & Cunha, W. F. da. (2003). Métodos indiretos para estimar a massa de forragem em pastos de Cynodon spp. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(8), 981–989. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000800011>
- Silva, P. H. ., Anjos, A. N. ., Viegas, C. ., Moraes, L. ., Nepomuceno, D. ., & Carvalho, C. A. . (2018). Procedimentos para estimar massa de forragem, interceptação luminosa e índice de área foliar em pastos de capim-Tanzânia. *Archivos de Zootecnia*, 67(259), 404–407. <https://doi.org/10.1590/S0004-0542201800025900001>
- Souza, J. P. de, Townsend, C. R., Araújo, S. R. do C., & Oliveira, G. A. de. (2020). Características morfológicas, estruturais e agrônomicas de gramíneas tropicais: uma revisão. *Research, Society and Development*, 9(8), e942986588. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6588>
- USDA. (2021). Livestock and poultry: world markets and trade. *United States Department of Agriculture and Foreign Agricultural Service*, 31. [http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.PDF](http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.PDF)
- Zanine, A. D. M., Santos, E. M., & Ferreira, D. de J. (2006). Principais métodos de avaliação de pastagens. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, VII, 1–13. <https://doi.org/http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html>