

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LUCAS GABRIEL BARBOSA

**Variabilidade espacial da altura de pastos diferidos de
capim-cayana**

UBERLÂNDIA – MG

2026

LUCAS GABRIEL BARBOSA

**Variabilidade espacial da altura de pastos diferidos de
capim-cayana**

Monografia apresentada à coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito à aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador Prof.: Manoel Eduardo Rozalino Santos

UBERLÂNDIA – MG

2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tornar possíveis todos os meus sonhos. Sem Ele, nada disso seria possível.

Aos meus pais Neylor e Laurete e à minha irmã Letícia, por serem minha família, minha base e meu alicerce. Obrigado por todo amor, ensinamento, apoio e por sempre acreditarem em mim. Sou eternamente grato por todo o esforço realizado para me proporcionar educação, oportunidades e a realização deste sonho.

À minha namorada Giovanna, por estar ao meu lado, especialmente nos momentos mais difíceis, sempre me apoiando, incentivando e sempre torcendo por mim. Seu companheirismo foi essencial durante toda essa caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Manoel Eduardo Rozalino Santos, pela orientação, paciência e contribuição fundamental para a realização deste trabalho.

A todos os funcionários da Fazenda Capim Branco, em especial ao Marcinho, pela colaboração e apoio no setor de forragicultura da UFU.

E aos meus amigos, que estiveram presentes ao longo dessa jornada acadêmica, tornando os desafios mais leves e essa trajetória ainda mais significativa.

RESUMO

A pecuária brasileira depende fortemente das pastagens, sendo o capim-cayana uma forrageira promissora para sistemas intensivos de produção animal. Durante o período seco, o diferimento de pastagens é uma estratégia eficiente para garantir a oferta de forragem. A variabilidade espacial da vegetação, especialmente da altura das plantas, influencia o comportamento ingestivo dos animais e a eficiência de colheita da forragem. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a variabilidade espacial da altura das plantas em pastos diferidos de capim-cayana com distintas estruturas ao início e final do período de pastejo, na época seca do ano. A hipótese é de que a condição estrutural dos pastos diferidos altera a variabilidade espacial da altura das plantas. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco, em Uberlândia, MG, entre fevereiro e outubro de 2025. Três piquetes com capim-cayana foram manejados de forma a apresentar baixa (BMF), média (MMF) e alta massa de forragem (AMF) ao final do período de diferimento. As alturas das plantas foram mensuradas em 120 pontos por piquete ao final do período de diferimento e os dados obtidos foram analisados por estatística descritiva e geoestatística (krigagem). Os valores de alturas das plantas apresentaram média, mediana e moda (29.7, 29 e 35) respectivamente, maiores nos pastos diferidos com maiores massa de forragem. O coeficiente de variação (CV) foi mais elevado no pasto com BMF 7.344 kg/há de MS. Em todos os pastos diferidos, o CV aumentou do início para o final do período de pastejo. A distribuição de frequência dos valores de alturas das plantas nos pastos diferidos apresentou forte assimetria, de modo que apenas uma pequena percentagem das plantas encontrava-se dentro da faixa de altura média, sugerindo que essa medida não representa bem o conjunto dos dados. Os mapas de krigagem confirmaram maior desuniformidade espacial da altura das plantas ao final do período de pastejo. Independentemente da massa de forragem na pastagem diferida, o período de pastejo promoveu redução geral da altura das plantas e aumento da variabilidade espacial do pasto de capim-cayana. O coeficiente de variação dos valores de alturas das plantas foi indicador adequado para caracterizar a variabilidade espacial da vegetação dos pastos diferidos de capim-cayana. A maioria das plantas encontrava-se abaixo da faixa média de altura, sugerindo que a altura média pode não caracterizar satisfatoriamente a estrutura do pasto.

Palavras-chaves: *Brachiaria* syn. *Urochloa*; coeficiente de variação; diferimento da pastagem; média; moda

ABSTRACT

Brazilian livestock production relies heavily on pastures, and capim-cayana grass is a promising forage species for intensive animal production systems. During the dry season, pasture deferment is an efficient strategy to ensure forage supply. The spatial variability of vegetation, especially plant height, influences the ingestive behavior of animals and the efficiency of forage harvesting. Therefore, the present study aimed to characterize the spatial variability of plant height in deferred capim-cayana pastures with different structural conditions at the beginning and end of the grazing period during the dry season. The hypothesis is that the structural condition of deferred pastures alters the spatial variability of plant height. The experiment was conducted at the Capim Branco Experimental Farm, in Uberlândia, MG, Brazil, between February and October 2025. Three paddocks of capim-cayana were managed to present low (LFM), medium (MFM), and high forage mass (HFM) at the end of the deferment period. Plant heights were measured at 120 sampling points per paddock at the end of the deferment period, and the data obtained were analyzed using descriptive statistics and geostatistics (kriging). Plant height values showed means of 29.7 cm, medians of 29 cm, and mode of 35 cm, with higher values observed in deferred pastures with greater forage mass. The coefficient of variation (CV) was higher in the pasture with LFM (7,344 kg/ha of DM). In all deferred pastures, the CV increased from the beginning to the end of the grazing period. The frequency distribution of plant height values in the deferred pastures showed strong asymmetry, with only a small percentage of plants within the mean height range, suggesting that this measure does not adequately represent the dataset. The kriging maps confirmed greater spatial heterogeneity of plant height at the end of the grazing period. Regardless of forage mass in the deferred pasture, the grazing period promoted an overall reduction in plant height and an increase in spatial variability in capim-cayana pasture. The coefficient of variation of plant height values was an adequate indicator to characterize the spatial variability of vegetation in deferred capim-cayana pastures. Most plants were below the mean height range, suggesting that mean height may not satisfactorily characterize pasture structure.

Keywords: Range of variation; *Brachiaria* syn. *Urochloa*; Coefficient of variation; Mean; Mode

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	2
3. HIPÓTESE.....	2
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
4.1 Capim-cayana	2
4.2 Pastejo diferido	3
4.3 Variabilidade espacial da vegetação.....	4
5 METODOLOGIA.....	6
6. RESULTADOS	9
7. DISCUSSÃO	15
8. CONCLUSÃO	18
9. REFERÊNCIAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira é fortemente dependente das pastagens, que constituem a base da alimentação do rebanho bovino no país. Estima-se que cerca de 95% da carne bovina produzida no Brasil tenha origem em sistemas de produção a pasto, ocupando aproximadamente 167 milhões de hectares do território nacional (Embrapa, 2017). Esse modelo de produção se consolidou ao longo dos anos, devido à sua eficiência econômica, à abundância de terras tropicais e à adaptação das plantas forrageiras ao clima brasileiro.

No período seco do ano, temos baixa produção de forragem no sistema de produção. Nesse sentido, o diferimento de pastagens é uma estratégia utilizada para obter forragem para uso sob pastejo na época seca. Essa técnica consiste em excluir do pastejo uma determinada área de pastagem no final da estação de crescimento, possibilitando, dessa maneira, que a forragem acumulada seja utilizada durante o período de seca (Santos; Bernardi, 2005).

Em pastagens diferidas, as plantas são heterogêneas no plano horizontal da pastagem. Essa variabilidade espacial da vegetação em pastagens refere-se às diferenças na estrutura da cobertura vegetal, resultante de fatores como heterogeneidade do solo, relevo e padrão de pastejo. Mesmo em pastos monoespecíficos, o pastejo irregular pelos animais gera variações marcantes na remoção da forragem, intensificadas pela estratificação da fertilidade e da umidade do solo. Essa variabilidade influencia diretamente o crescimento, a senescência e o perfilhamento das plantas forrageiras, exigindo estratégias de manejo que considerem a heterogeneidade horizontal para maximizar a eficiência produtiva (Carvalho *et al.*, 2009).

A variabilidade espacial da vegetação é fundamental para o manejo sustentável das pastagens, pois reflete as diferenças locais na produção, qualidade e estrutura da forragem dentro de uma mesma área. Compreender essa heterogeneidade permite ao produtor identificar áreas com diferentes necessidades de manejo, como o controle do pastejo, otimizando o uso dos recursos naturais e aumentando a eficiência produtiva. Além disso, o reconhecimento da variabilidade espacial contribui para a conservação do solo e da biodiversidade, ao evitar o sobrepastejo e a degradação em pontos críticos (Grego *et al.*, 2012).

Existem poucos trabalhos de pesquisa sobre a variabilidade espacial da vegetação em pastagens diferidas. Em um desses poucos trabalhos, Santos (2010) encontrou que a variabilidade espacial da altura do pasto, medida pelo coeficiente de variação, aumentou

linearmente conforme o tempo de diferimento da pastagem, porém o tempo de pastejo não exerceu influência sobre essa variabilidade. Em pastagens submetidas aos períodos mais longos de diferimento, a oferta de forragem foi maior, levando os bovinos a concentrarem seu pastejo em áreas específicas, enquanto evitam outras regiões da pastagem (Santos *et al.*, 2010).

2. OBJETIVO

Caracterizar a variabilidade espacial da altura das plantas em pastos diferidos de capim-cayana com distintas estruturas ao término do período de diferimento.

3. HIPÓTESE

A condição ou estrutura do pasto diferido de capim-cayana modifica a variabilidade espacial da altura das plantas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Capim-cayana

O capim-cayana (*Urochloa* spp. cv. Cayana) é um híbrido de braquiária criado pela empresa Barenbrug, lançado na safra de 2020/2021 para boa produção de forragem. Este capim apresenta forma de crescimento semi-decumbente e se destaca por apresentar excelente resposta à alta fertilidade do solo, expressando todo seu potencial produtivo em ambientes bem manejados. Destaca-se pela elevada capacidade de perfilhamento e pela alta relação folha:colmo, características que favorecem o acúmulo de forragem de qualidade superior. A qualidade da forragem é elevada, o que contribui para uma conversão animal mais eficiente. Em avaliações conduzidas ao longo de dois anos pela empresa, o capim-cayana demonstrou desempenho superior, proporcionando, em média, 42,2% mais produtividade animal, quando comparada à forrageira Marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu). O estágio reprodutivo do capim se concentra nos meses de abril e maio; e suas alturas ideais de entrada e saída em pastejo

rotacionado são 32 e 20 cm, respectivamente. Em pastejo contínuo, a altura média de manejo é de 30 a 35 cm (Barenbrug, 2025).

Para seu bom desempenho, o capim-cayana requer precipitação mínima anual de 800 mm e pode ser cultivado em altitudes de até 1.800 metros. Tolerante até seis meses sem chuva, com tolerância média à seca, porém apresenta baixa tolerância à má drenagem, sendo necessário cuidado em áreas com encharcamento (Barenbrug, 2025).

A digestibilidade da matéria seca total varia entre 76,1% e 80,1%, enquanto a digestibilidade da lâmina foliar atinge de 80,6% a 81,1%. Os teores de proteína bruta na matéria seca total variam entre 11,9% e 13,1%, e na lâmina foliar alcançam 13,6% (Barenbrug, 2025).

As taxas de semeadura recomendadas para o capim-cayana variam conforme as condições do solo e clima: 10 kg/ha em condições ideais, 12 kg/ha em condições intermediárias e até 15 kg/ha em condições adversas. A profundidade ideal de semeadura situa-se entre 1 e 2 cm (Barenbrug, 2025).

Em termos de produção, o capim-cayana apresenta acúmulo de forragem entre 9,7 e 24,8 toneladas de matéria seca por hectare ao ano, com produtividade animal variando de 12,1 a 32,6 arrobas por hectare ao ano, dependendo do manejo adotado (Barenbrug, 2025).

4.2 Pastejo diferido

O pastejo diferido ocorre na lotação rotativa e é usado como estratégia que visa reduzir os impactos negativos causados pela sazonalidade da produção durante a estação seca. Essa prática consiste em excluir do pastejo uma área de pastagem no final do período chuvoso, para utilizá-la na época de menor oferta de forragem, na seca. Dessa forma, a escassez de forragem típica desse período pode ser evitada, garantindo que os animais mantenham o peso (Souza, 2014).

A principal vantagem do diferimento é a reserva de forragem para a época seca do ano, onde o animal vai ter forragem disponível para se alimentar. Outra vantagem do pastejo diferido é o fato de dispensar investimento em máquinas dependendo do manejo, como ocorre com a conservação de forragens (Rodrigues; Reis, 1997).

O diferimento de pastagem é uma tecnologia simples e pode ser de baixo investimento. Porém, o diferimento da pastagem apresenta como desvantagem a limitação em promover

grandes alterações nas taxas de lotação, já que o vigor da rebrota no período seco é restrito pelas condições ambientais (Corsi, 1986).

Em geral, recomenda-se reservar entre 15% e 20% da área da fazenda para esse manejo, assegurando alimento ao rebanho sem comprometer as áreas que continuarão em uso. O diferimento deve ser iniciado ao final do período chuvoso, normalmente entre os meses de março e abril, mantendo-se a área vedada por cerca de 60 a 120 dias, de acordo com as características da espécie forrageira, do solo e do clima da região (Santos; Cidrini, 2024).

As gramíneas mais indicadas para essa finalidade são aquelas de menor porte e capacidade de acúmulo de massa, como as braquiárias (Marandu, Xaraés, Piatã, Cayana). No caso específico do capim-cayana, estudos recentes da empresa Barenbrug destacam seu elevado potencial de produção de forragem, aliado à boa qualidade de fibra, o que o coloca como uma alternativa promissora para utilização durante a seca. Para que o diferimento seja eficiente, a altura inicial do pasto deve ser observada, situando-se em torno de 25 a 30 cm para braquiárias. Sempre que possível, recomenda-se a adubação nitrogenada ao final das águas, favorecendo o acúmulo de massa verde de melhor valor nutritivo.

Embora o diferimento proporcione quantidade suficiente de forragem, a qualidade nutricional do capim armazenado naturalmente declina com o avanço da maturidade da planta, refletindo em menores teores de proteína e maior concentração de fibra. Por esse motivo, o desempenho individual dos animais em pastagem diferida costuma ser reduzido. Para contornar essa limitação, torna-se fundamental a adoção de suplementação estratégica, seja por meio de sal proteinado, suplementos proteico-energéticos, garantindo melhor desempenho (Paulino *et al.*, 2004).

O pasto diferido apresenta plantas com diferentes características morfológicas ao longo da superfície do terreno, o que é chamado de variabilidade espacial da vegetação. Essa característica é importante, porque influencia o comportamento dos animais em pastejo, pois os animais selecionam áreas de melhor qualidade.

4.3 Variabilidade espacial da vegetação

A variabilidade espacial da vegetação consiste na existência de plantas forrageiras com diferentes estruturas, morfologias e densidades na vegetação. Essas variações podem ocorrer

em pequena ou grande escala, influenciadas por fatores como topografia, fertilidade do solo, umidade, manejo, tipo de planta forrageira e comportamento animal (Carvalho *et al.*, 2009).

A variabilidade espacial da vegetação pode ser caracterizada por diferentes métodos, que incluem abordagens diretas e estatísticas. Entre as mensurações diretas, destacam-se a altura do dossel, a massa de forragem por unidade de área e a densidade de perfilhos, que permitem avaliar a estrutura física do pasto em diferentes pontos. Do ponto de vista estatístico, utilizam-se indicadores como o coeficiente de variação, o desvio padrão e a variância, que quantificam o grau de dispersão dos dados em relação à média. Ferramentas geoespaciais também são bastante usadas, como o uso de GPS, o mapeamento com drones e a aplicação de técnicas de geoestatística, como a krigagem, que permitem a visualização da heterogeneidade espacial de forma precisa. Além disso, a análise da distribuição de frequências por meio de parâmetros como média, moda e amplitude contribui para uma compreensão mais detalhada da distribuição e concentração da vegetação ao longo da área de pasto (Santos *et al.*, 2009a).

A variabilidade espacial da vegetação é muito importante para o pasto, já que nos mostra a heterogeneidade da estrutura da vegetação. A variabilidade nos mostra áreas subpastejadas e superpastejadas. Áreas com menor variação espacial tendem a apresentar maior uniformidade na vegetação, enquanto áreas com maior variação tendem a apresentar maior desuniformidade (Santos, 2011).

A variação tem muita importância para o animal em pastejo, porque os animais tendem a escolher áreas de melhor qualidade para o pastejo, evitando forragem muito alta, afetando o comportamento ingestivo (Santos *et al.*, 2009b).

Segundo as pesquisas de Santos *et al.* (2010), a variabilidade da vegetação aumenta de acordo com o tempo de diferimento. Nas pastagens que ficaram por mais tempo diferidas, obteve-se uma maior oferta de forragem, mas fez com que os bovinos preferissem certas áreas, causando um superpastejo.

No trabalho de Trindade (2007) com pastagens de capim-marandu, o autor verificou que a uniformidade da estrutura do dossel está positivamente correlacionada com a eficiência de colheita de forragem pelos bovinos.

5 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a setembro de 2025 na Fazenda Experimental Capim Branco da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. As coordenadas geográficas do local são 18° 55' 20,7" S de latitude e 48° 16' 38" W de longitude de Greenwich e sua altura é de 863 m. Segundo a classificação de Köppen (1948), o tipo climático da região de Uberlândia é Aw, uma savana tropical com estação seca no inverno. A temperatura média anual é de 22,3 °C. A precipitação média anual é de 1584 mm. As informações sobre as condições climáticas durante o período de teste foram monitoradas em uma estação meteorológica localizada a aproximadamente 200 metros da área de teste (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias mensais de temperaturas e soma da precipitação pluvial mensal durante janeiro a setembro de 2025

Mês/Ano	Temperatura média do ar (°C)			Precipitação pluvial (mm)
	Média	Mínima	Máxima	
Jan/2025	21	17	26	322
Fev/2025	23	19	30	94
Mar/2025	24	19	31	56
Abr/2025	22	18	28	163
Mai/2025	20	15	27	3
Jun/2025	19	14	26	0
Jul/2025	20	13	28	0
Ago/2025	22	15	30	0
Set/2025	25	19	32	11

Elaborado pelo autor

A área experimental possui um terreno plano e o solo é identificado como Latossolo Vermelho Escuro, conforme a classificação da EMBRAPA (2018). Em fevereiro de 2025, foram realizadas as coletas de amostras de solo na camada de 0 a 10 cm e 10 a 30 cm, utilizando-se uma sonda, para análise do nível de fertilidade. Os resultados da camada mais superficial foram: P: 2,66 mg dm⁻³ (Mehlich⁻¹); K: 102,87 mg dm⁻³; Ca²⁺: 2,7 cmolc dm⁻³; Mg²⁺: 0,94

cmol_c dm⁻³; Al³⁺: 0 cmol_c dm⁻³ (KCl 1 mol L⁻¹); H⁺ Al: 3,34 cmol_c dm⁻³ e V: 53%. E os resultados da camada mais profunda foram: P: 1,93 mg dm⁻³ (Mehlich⁻¹); K: 86,23 mg dm⁻³; Ca²⁺: 1,81 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 0,68 cmol_c dm⁻³; Al³⁺: 0 cmol_c dm⁻³ (KCl 1 mol L⁻¹); H⁺ Al: 3,63 cmol_c dm⁻³ e V: 42%.

A área experimental foi constituída por três piquetes com 2800 m² cada, formados com a *Brachiaria* spp. cv. Cayana syn. *Urochloa* spp. cv. Cayana (capim-cayana).

Os tratamentos foram três contrastantes estruturas ou condições de pastos no final do período de diferimento:

- Alta massa de forragem;
- Média massa de forragem;
- Baixa massa de forragem.

Para criar as diferentes estruturas ou condições dos pastos diferidos, aquele com alta massa de forragem (AMF) foi diferido de 17/02/2025 a 21/06/2025 (124 dias de diferimento). Esse pasto não foi adubado e teve uma altura média de 43 cm no início do período de diferimento.

O pasto com média massa de forragem (MMF) foi diferido de 19/03/2025 a 21/06/2025 (94 dias de diferimento). Esse pasto foi adubado com 50 kg/ha de N e teve uma altura média de 29 cm no início do período de diferimento.

Já o pasto com baixa massa de forragem (BMF) foi diferido de 14/04/2025 a 21/06/2025 (68 dias de diferimento). Esse pasto não foi adubado e teve uma altura média de 34 cm no início do período de diferimento.

Até as datas de início do período de diferimento, os pastos de capim-cayana foram manejados em lotação contínua com taxa de lotação variável, de modo a manter as suas alturas médias relativamente constante. Para isso, o controle da altura do pasto ocorreu semanalmente, com a medição da altura das plantas em 30 pontos por piquete, utilizando-se um bastão graduado e considerando-se a distância desde a superfície do solo até as folhas localizadas na parte superior do dossel. Quando a altura do pasto estava acima das metas, mais bezerras em crescimento foram adicionadas ao piquete, contrariamente à condição em que o pasto estava com altura abaixo da meta.

Nas datas de diferimento, todos os animais foram retirados dos piquetes. Em 21/06/2025, encerrou-se os períodos de diferimento em todos os piquetes e iniciou-se o período de pastejo até 19/09/2025. Durante o período de pastejo, na época seca do ano, os piquetes foram manejados com taxa de lotação fixa, utilizando-se novilhas Nelore com peso médio

inicial de 240 kg. Os critérios para o ajuste da taxa de lotação em cada piquete foram: eficiência de pastejo de 50%; consumo diário dos animais de 2,0% do peso corporal e período de pastejo de 90 dias.

No início e no final do período de pastejo, na época de seca, foram feitas medições das alturas dos pastos. Essas avaliações foram feitas em 120 pontos por piquete. A altura do pasto em cada ponto foi determinada utilizando-se régua graduada e considerando a distância entre a parte da planta localizada mais alto no dossel e o nível do solo.

A altura das plantas foi mensurada em 120 pontos de cada piquete. Para isso, foi estabelecida uma malha com dimensões de 5 x 5 m. Essa malha foi implementada através da marcação na cerca do piquete de intervalos a cada 5 metros no sentido do comprimento do piquete. Em seguida, uma corda de nylon com largura correspondente ao piquete foi amarrada nessas demarcações fixas. A corda de nylon foi, então, demarcada a cada 5 metros, permitindo a identificação precisa dos pontos para medição da altura das plantas. É importante ressaltar que a corda de nylon não permaneceu fixa; após a medição dos pontos na largura do piquete, a corda foi desamarrada e realocada para o ponto subsequente no sentido do comprimento.

Com esse conjunto dos valores de altura da planta de cada piquete, foram estimadas as medidas de posição (média aritmética, mediana e moda) e de dispersão (desvio padrão, coeficiente de variação e amplitude) dos valores de alturas das plantas. Esses valores por sua vez, foram utilizados como variáveis resposta dos tratamentos avaliados.

Os valores de alturas das plantas no pasto também foram submetidos à análise geoestatística, assim como à interpolação por “krigagem” ordinária, para a elaboração dos mapas de “krigagem”.

Para a análise dos dados, foi realizada análise estatística descritiva, comparando-se as características dos pastos com distintas massas de forragem no início e fim do período de pastejo.

6 Resultados

Os manejos adotados resultaram em diferenças na massa de forragem ao final do período de diferimento, com maiores valores observados no pasto de alta massa de forragem (15.387 kg/ha de MS), seguido pelos pastos de média (11.642 kg/ha de MS) e baixa massa de forragem (7.344 kg/ha de MS).

A análise dos dados obtidos nos três piquetes diferidos de capim-cayana revelou que a massa de forragem acumulada previamente ao pastejo influenciou de maneira clara e consistente a estrutura da vegetação, expressa pela altura das plantas (Tabela 2). Tanto no início, quanto no fim do período de pastejo, os pastos apresentaram diferenças marcantes entre si. O piquete com alta massa de forragem possuiu as maiores alturas médias das plantas (63,8 cm), enquanto o piquete com massa média apresentou plantas com altura intermediária (48,6 cm). O pasto com baixa massa de forragem, por sua vez, foi mais baixo (22,5 cm). Essa mesma tendência se repetiu quando analisados os valores da mediana e a moda (Tabela 2).

Tabela 2 - Medidas de posição dos valores de altura dos pastos diferidos de capim-cayana com distintas massas de forragem no início (IP) e fim (FP) do período de pastejo

Massa de forragem*	Média aritmética		Mediana		Moda	
	IP	FP	IP	FP	IP	FP
Alta	63,8	29,7	61	29	62	35
Média	48,6	18,9	48	17	57	16
Baixa	22,5	15,7	22	22	10	13

*Alta: 15.387 kg/ha de MS; Média: 11.642 kg/ha de MS; Baixa: 7.344 kg/ha de MS.

Ao final do período de pastejo houve redução nas médias de altura das plantas em todos os tratamentos. Nos pastos com alta (AMF) e baixa massa de forragem (BMF), os valores de mediana e moda também reduziram do início para o final do período de pastejo. Mas, no pasto com baixa massa de forragem (BMF), os valores de mediana não se alteraram e os valores de moda aumentaram durante o período de pastejo (Tabela 2).

No que tange às medidas de dispersão (Tabela 3), a amplitude inicial foi mais alta no piquete com AMF (98 cm), demonstrando grande diversidade de alturas no interior da área. Essa amplitude permaneceu superior aos demais piquetes também ao final do pastejo. Os

piquetes com MMF e BMF apresentaram amplitudes menores, tanto no início quanto no final do período de pastejo (Tabela 3).

Tabela 3 - Medidas de dispersão dos valores de altura dos pastos diferidos de capim-cayana com distintas massas de forragem no início (IP) e fim (FP) do período de pastejo

Massa de forragem*	Amplitude		Desvio padrão		Coeficiente de variação (%)	
	IP	FP	IP	FP	IP	FP
Alta	98	55	17,40	10,92	27,28	36,79
Média	51	40	11,91	8,63	24,54	45,75
Baixa	46	33	9,79	7,94	43,53	50,68

*Alta: 15.387 kg/ha de MS; Média: 11.642 kg/ha de MS; Baixa: 7.344 kg/ha de MS.

Os valores de desvio padrão foram superiores no pasto com AMF no início e final do período de pastejo, enquanto os pastos com MMF e BMF tiveram valores inferiores (Tabela 3). Entretanto, quando se analisa o coeficiente de variação (CV) — que considera a variabilidade relativa à média — observou-se um fenômeno interessante. No início do período de pastejo, o piquete com BMF apresentou o maior CV, ou seja, apesar de ser o pasto com menor altura, possuía grande irregularidade relativa entre seus pontos. Ao final do pastejo, todos os piquetes tiveram aumento no CV, chegando a valores superiores a 36% no piquete com AMF e ultrapassando 50% no piquete com BMF (Tabela 3).

Com relação à distribuição dos valores de altura dentro, acima e abaixo da faixa média (definida como $\pm 10\%$ da altura média), em todos os piquetes, tanto no início, quanto no final do pastejo, o maior percentual das plantas encontrava-se abaixo da faixa média. O percentual de plantas dentro da faixa média foi sempre o menor de todos (Tabela 4). Após o período de pastejo, esses valores de plantas dentro da faixa média diminuíram ainda mais. De forma geral, durante o período de pastejo, todos os piquetes passaram a apresentar mais plantas muito baixas e mais plantas muito altas, reduzindo a percentagem de plantas com valores de altura em torno da altura média dos pastos (Tabela 4).

Tabela 4 - Percentuais dos valores de altura das plantas dentro, acima e abaixo da faixa média (FM)* nos pastos diferidos de capim-cayana com distintas massas de forragem no início (IP) e fim (FP) do período de pastejo

Massa de forragem**	Abaixo da FM		Dentro da FM		Acima da FM	
	IP	FP	IP	FP	IP	FP
Alta	37,8	41,9	30,3	17,2	31,9	40,9
Média	35,8	45,5	26,8	16,7	37,4	37,9
Baixa	44,2	48,9	15,0	10,0	40,8	41,1

* Faixa média: valores de altura variando $\pm 10\%$ do valor de altura média do pasto;

**Alta: 15.387 kg/ha de MS; Média: 11.642 kg/ha de MS; Baixa: 7.344 kg/ha de MS.

As distribuições de frequência dos intervalos de altura das plantas, apresentadas nas Figuras 1 e 2, ilustram essa dinâmica da variabilidade espacial da vegetação. No início do pastejo, o piquete com BMF apresentou uma concentração elevada de plantas nos menores intervalos de altura (até 25 cm). No piquete com MMF, os valores de altura das plantas iniciaram a partir da classe de 25 a 30 cm e se distribuíram de forma mais equilibrada. Já o piquete com AMF também não apresentou plantas abaixo de 25 cm, mas apresentou uma curva mais ampla, com presença marcante de classes superiores (Figura 1).

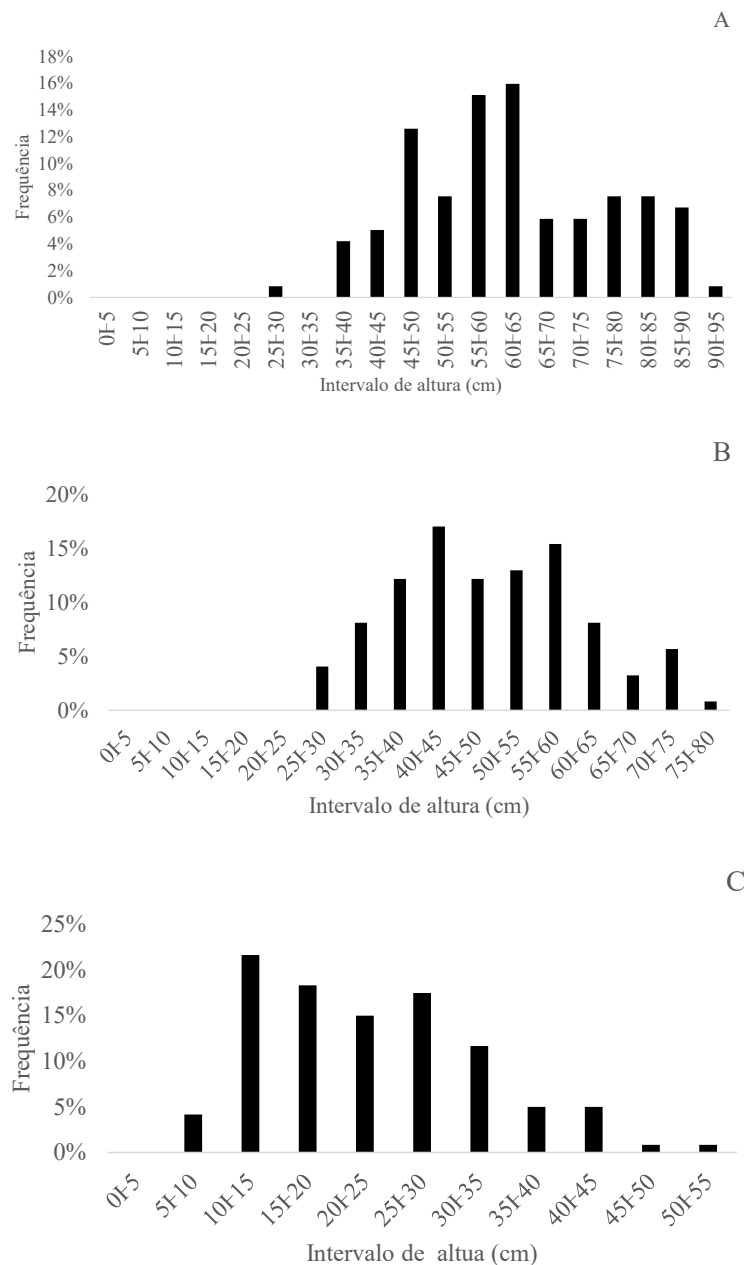


Figura 1 - Distribuição de frequência relativa dos intervalos de altura das plantas de capim-cayana nos piquetes com alta (A), média (B) e baixa (C) massa de forragem durante o início do período de pastejo.

Ao final do período de pastejo, em todos os piquetes, houve deslocamento da frequência para intervalos menores. Nos piquetes com MMF e AMF, a frequência de plantas baixas aumentou drasticamente, e os intervalos mais altos praticamente desapareceram (Figura 2).

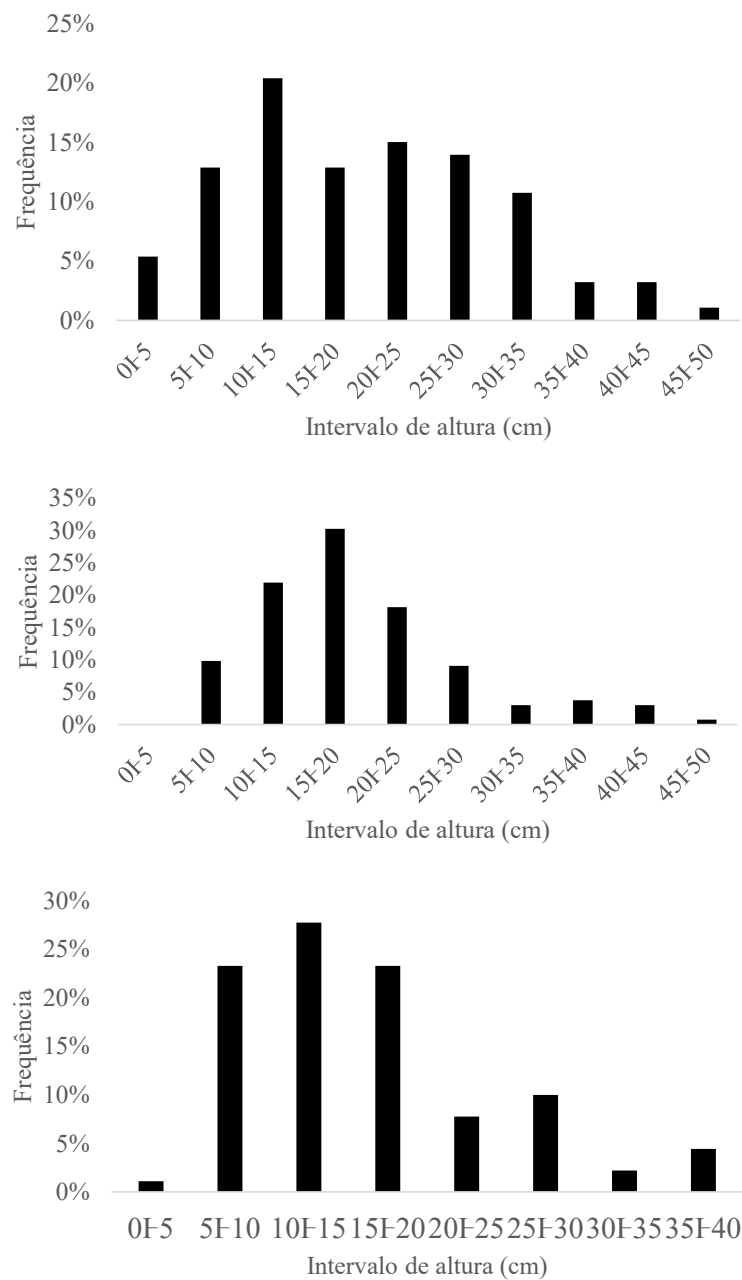


Figura 2 - Distribuição de frequência relativa dos intervalos de altura das plantas de capim-cayana nos piquetes com alta (A), média (B) e baixa (C) massa de forragem durante o fim do período de pastejo.

Os mapas de krigagem complementam a análise ao revelar a distribuição espacial da altura das plantas nos piquetes. No início do período de pastejo, o piquete com AMF apresentava mosaicos complexos, com manchas bem definidas de alturas muito elevadas intercaladas com pontos mais baixos. No piquete com MMF, a estrutura espacial era mais regular, embora ainda apresentasse zonas de contraste. Já no piquete com BMF, a

predominância era de manchas uniformes e baixas, com poucas regiões de maior altura (Figura 3).

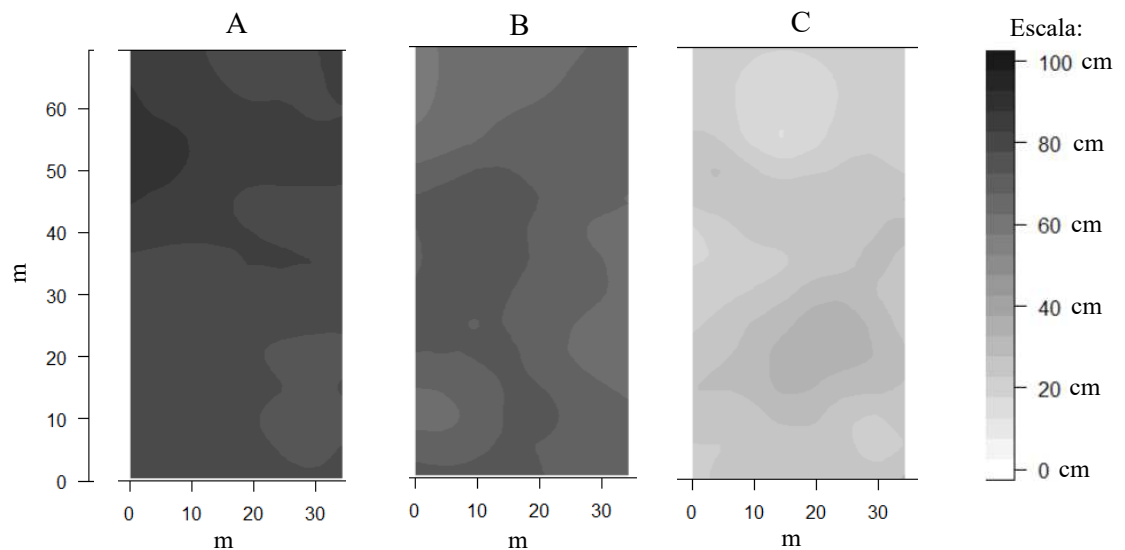


Figura 3 - Mapas de “krigagem” dos valores de alturas das plantas de capim-cayana no início do período de pastejo nos piquetes com alta (A), média (B) e baixa (C) massa de forragem.

Ao final do período de pastejo, os mapas de krigagem mostraram redução visível das áreas de maior altura e expansão das manchas de valores baixos e intermediários, especialmente no piquete com BMF. No piquete com AMF, notou-se que, embora a altura geral tenha reduzido, permaneceu certo grau de heterogeneidade. Em contraste, nos piquetes com MMF e BMF, a vegetação tornou-se amplamente dominada por plantas mais baixas, formando manchas contínuas que refletem a maior intensidade do pastejo (Figura 4).

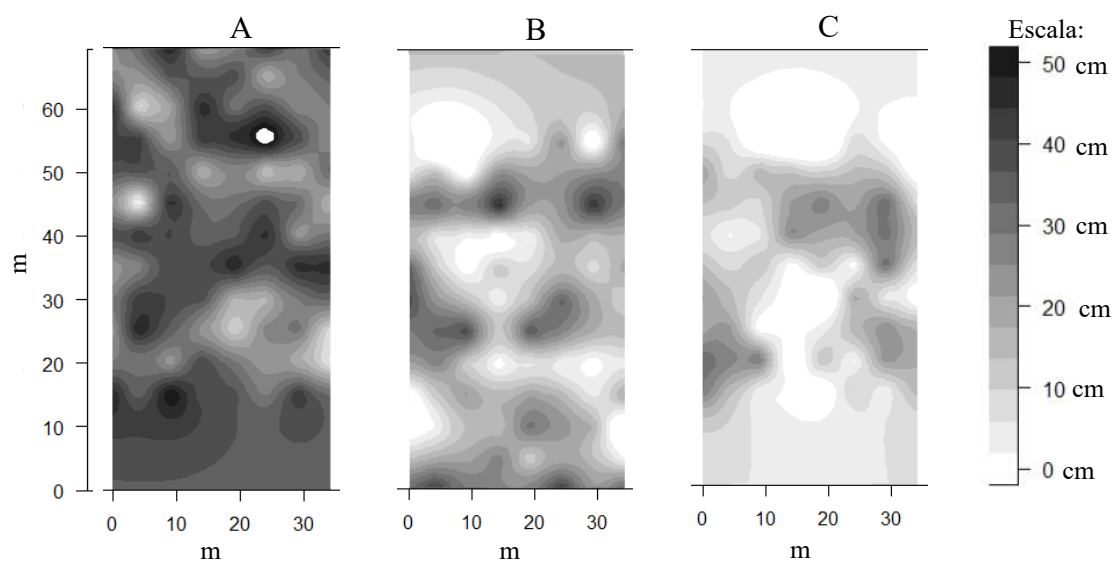


Figura 4 - Mapas de “krigagem” dos valores de alturas das plantas de capim-cayana no fim do período de pastejo nos piquetes com alta (A), média (B) e baixa (C) massa de forragem.

7 Discussão

A massa de forragem acumulada durante o período de vedação teve efeito sobre os valores de altura das plantas que constituíram os pastos diferidos de capim-cayana, de maneira que os pastos diferidos com maior massa de forragem apresentaram também maiores médias, medianas e modas dos valores de altura das suas plantas no final do período de diferimento/início do período de pastejo (Tabela 2). Esse padrão é consistente com a correlação positiva existente entre a massa de forragem e a altura do dossel forrageiro (Santos,2010) e evidencia que todas as medidas de posição (média, mediana e moda) aumentaram de forma integrada, ou seja, com o aumento da massa de forragem diferida, não houve apenas um incremento da média, mas também um aumento da mediana e da moda dos valores de altura.

A redução das medidas de posição (média, mediana e moda) do início para o final do período de pastejo (Tabela 2) está diretamente relacionada à desfolhação promovida pelos animais, que removem seletivamente as porções mais acessíveis e nutritivas do dossel forrageiro, reduzindo os valores de alturas das plantas presentes no pasto.

No início do período de pastejo, o maior coeficiente de variação (CV) ocorreu justamente no piquete com baixa massa de forragem diferida (Tabela 3). Isso indica que, embora esse pasto

fosse o mais baixo, apresentava grande irregularidade de altura de suas plantas. Uma explicação plausível para esse fato é que o curto período de diferimento desse pasto pode não ter permitido que todas as plantas atingissem um mesmo estágio de crescimento. Considerando que no início do diferimento, há uma natural variabilidade nos valores de alturas das plantas, o curto tempo de diferimento não permitiu que tais plantas crescessem muito, de modo que elas não tiveram tempo suficiente para alcançar seus valores máximos de altura, ditados pela genética do capim-cayana no ambiente da pesquisa. Assim, no pasto com baixa massa de forragem e diferido por monos tempo, a variabilidade inicial nos valores de alturas das plantas se manteve até o final do período de diferimento/início do período de pastejo.

Por outro lado, os pastos com média e alta massa de forragem diferida, por terem ficado mais tempo diferidos, tiveram maior crescimento de suas plantas, que alcançaram ou ficaram próximas da altura máxima ditada pela genética do capim-cayana no ambiente da pesquisa. Isso resultou em maior uniformidade entre as alturas das plantas, o que justifica o menor CV nesses pastos diferidos (Tabela 3).

A seletividade dos animais em pastejo é um dos principais mecanismos responsáveis pela heterogeneidade espacial no plano horizontal da pastagem. As plantas removidas mais intensamente tendem a permanecer mais baixas, enquanto áreas menos exploradas permanecem altas, aumentando a amplitude e a variância da estrutura da vegetação (Carvalho *et al.*, 2009; Santos, 2023). Mesmo na ausência de crescimento expressivo, durante a estação seca a distribuição de fezes e urina também contribui para essa heterogeneidade, não necessariamente estimulando o crescimento, mas influenciando o comportamento dos animais, que tendem a evitar pastejar muito próximo desses pontos (Carvalho *et al.*, 2009).

A análise dos percentuais de plantas abaixo, dentro e acima da faixa média de altura reforça outra discussão importante. Em todos os piquetes, tanto no início, quanto no final do período de pastejo, a maior parte das plantas estava abaixo da faixa considerada média (Tabela 4). O percentual de plantas dentro da altura média foi sempre o menor de todos os grupos, mostrando que a média, embora amplamente utilizada na prática como critério para o manejo do pastejo, nem sempre representa bem a realidade estrutural da vegetação. Esse mesmo padrão de resposta foi observado por Oliveira (2024), que verificou que apenas 14 a 20% das plantas presentes nos pastos de capim-braquiário (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) encontravam-se dentro da altura média recomendada para o manejo do pastejo dessa planta forrageira, sendo a maioria das plantas mais baixas ou mais altas do que a meta de manejo preconizada, tanto em condição de lotação contínua, quanto em lotação intermitente. A autora reforça que, em

situações em que ocorre distribuição assimétrica dos valores de altura das plantas no pasto, como observado em alguns pastos avaliados nesse trabalho (Figuras 1 e 2), a altura média deixa de ser o valor mais representativo do conjunto e que, nesses casos, a moda pode ser mais adequada para descrever a condição real do pasto

Os mapas de krigagem complementam de forma visual e espacial todas essas análises. Nesse sentido, quando se comparam os mapas de krigagem do início e do fim do período de pastejo, observou-se que, em geral, a variabilidade espacial aumentou em todos os pastos diferidos (Figuras 3 e 4). Os gradientes de altura se tornaram mais intensos com o decorrer do período de pastejo, ampliando a diferença entre manchas de vegetação baixa e alta. Esse padrão confirma que o pastejo dos animais é o principal agente estruturador da desuniformidade espacial no período seco. Resultados semelhantes são apresentados no estudo de Oliveira (2024), onde as manchas de alturas contrastantes tornam-se mais evidentes após a passagem dos animais, fortalecendo a interpretação de que o pastejo aumenta a heterogeneidade espacial do pasto.

8- Conclusões

Os pastos diferidos de capim-cayana com maior massa de forragem apresentaram maiores médias, medianas e modas em seus valores de altura.

Independentemente da massa de forragem na pastagem diferida, o período de pastejo promoveu redução geral da altura das plantas e aumento da variabilidade espacial do pasto de capim-cayana.

O coeficiente de variação dos valores de alturas das plantas foi indicador adequado para caracterizar a variabilidade espacial da vegetação dos pastos diferidos de capim-cayana.

A maioria das plantas encontrava-se abaixo da faixa média de altura, sugerindo que a altura média pode não caracterizar satisfatoriamente a estrutura do pasto.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, P. C. F. *et al.* Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 38, p. 109 - 122, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/PccXQf6vtCgkCjQqMVJYTgr/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, Piracicaba, 1986. **Anais [...]**. Piracicaba: FEALQ, 1986. Acesso em: 15 jul. 2025.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. E-book. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2026.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Pastagem**. Brasília, 2017. Portal: Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/pastagem>. Acesso em: 26 jul. 2025.
- GREGO, C. R. *et al.* Variabilidade espacial do solo e da biomassa epígea de pastagem, identificada por meio de geoestatística. **Pesquisa agropecuária brasileira**, [s. l.], v. 47, n. 9, p. 1404 - 1412, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/pNt4CMpVtqC96GrGv6wrTPp/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (org.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Borntraeget, 1936. v. 1, Feil C, p. 1-44. Disponível em: https://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf. Acesso em: 14 mar. 2026.
- OLIVEIRA, D. H. A. M. **Variabilidade espacial da altura de pastos de capim-marandu sob lotações contínua e intermitente**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/41295/1/VariabilidadeEspacialAltura.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2025.
- PAULINO, M. F. *et al.* Suplementação de bovinos em pastagem: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, Viçosa, 2004. **Anais [...]**. Viçosa: UFV, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281637635_SUPLEMENTACAO_DE_BOVINOS_EM_PASTAGENS_UMA_VISAO_SISTEMICA. Acesso em: 15 jul. 2025.
- RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Conceituação e modalidades de sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 14, Piracicaba, 1997. **Anais [...]**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 1-24.

ROYAL BARENBRUG GROUP (BARENBRUG). **Brachiaria híbrida cv. Cayana**. Guaíra, 2025. Portal: Barenbrug. Disponível em: <https://www.barenbrug.com.br/cultivares-barenbrug/brachiaria-cayana>. Acesso em: 29 jul. 2025.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Caracterização dos perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 643 - 649, 2009a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000400008>. Disponível em: <https://rbz.org.br/pt-br/article/caracterizacao-dos-perfilhos-em-pastos-de-capim-braquiaria-diferidos-e-adubados-com-nitrogenio/>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 635 - 642, 2009b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000400007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/ZcJ5x5ykPDpmDRtLHVfXXgB/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SANTOS, M. E. R. *et al.* Variabilidade espacial e temporal da vegetação em pastos de capim-braquiária diferidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 727 - 735, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000400005>. Disponível em: <https://rbz.org.br/pt-br/article/variabilidade-espacial-e-temporal-da-vegetacao-em-pastos-de-capim-braquiaria-diferidos/>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SANTOS, M. E. R. Variabilidade espacial da vegetação e a produção animal em pastagem mono específica: proposta de modelo conceitual. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 129 - 136, 2011. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v1i1.22>. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2621>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SANTOS, M. E. R.; CIDRINI, I. **Na seca o pasto pode secar, mas o boi não!**. 1. ed. Campo Grande: Cia das Ideias, 2024.

SANTOS, P. M.; BERNARDI, A. C. C. Diferimento do uso de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 22, Piracicaba, 2005. **Anais [...]**. Piracicaba: ESALQ, 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/47299>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SOUZA, D. R. **Estratégias de utilização de pastagem diferida de Brachiaria Brizantha por novilhas nelore**. 2014. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014. Disponível em: <https://www2.uesb.br/ppg/ppz/wp-content/uploads/2017/07/Danilo-Ribeiro-de-Souza-1.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.

TRINDADE, J. K. **Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-12042007-165145/publico/JulioTrindade.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2025.