

**KAROLINE CARDOSO DE VARGAS**

**CONTRIBUIÇÃO DE PERFILHOS AÉREOS E BASAIS NOS COMPONENTES  
DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA EM PASTOS DE CAPIM-ELEFANTE cv.  
BRS KURUMI (*Pennisetum purpureum*, Schum.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.  
**Orientador:** Dr. André Fischer Sbrissia  
**Coorientador(a):** Dra. Maria Gabriela Pittaro

**LAGES, SC, (19/07/2023)**

**Karoline Cardoso de Vargas**

**CONTRIBUIÇÃO DE PERFILHOS AÉREOS E BASAIS NOS COMPONENTES  
DO ACÚMULO DE MATÉRIA SECA EM PASTOS DE CAPIM-ELEFANTE cv.  
BRS KURUMI (*Pennisetum Purpureum*, Schum)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

**Banca examinadora**

Orientador: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. André Fischer Sbrissia

Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Daniel Schimitt

Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Daniel Augusto Barreta

Universidade do Oeste de Santa Catarina

**Lages, SC, (19/07/2023)**



### Assinaturas do documento



Código para verificação: **4SP00CF5**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

**ANDRE FISCHER SBRISSIA** (CPF: 021.XXX.359-XX) em 19/07/2023 às 16:06:22

Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:41:11 e válido até 30/03/2118 - 12:41:11.(Assinatura do sistema)

**DANIEL SCHMITT** (CPF: 007.XXX.959-XX) em 19/07/2023 às 16:22:52

Emitido por: "SGP-e", emitido em 16/09/2019 - 16:54:58 e válido até 16/09/2119 - 16:54:58.(Assinatura do sistema)

**DANIEL AUGUSTO BARRETA** (CPF: 092.XXX.889-XX) em 19/07/2023 às 15:55:39

Emitido por: "AC Final do Governo Federal do Brasil v1", emitido em 27/02/2023 - 00:09:35 e válido até 27/02/2024 - 00:09:35.(Assinatura Gov.br)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwMjk5ODZfMzAwMTNfMjAyM180U1AwMENGNQ==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo UDESC 00029986/2023 e o código 4SP00CF5 ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.

**Lages, SC, (19/07/2023)**



Dedico essa dissertação aos meus avós Geni Vargas, Nércio Vargas, a minha mãe Roseli Vargas e a minha companheira Marcelli Nunes, todos por tanto incentivo e amparo para que eu não perdesse o entusiasmo.

Ofereço, também, a toda minha família, professores da graduação e àqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste manuscrito.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que durante toda essa jornada me concedeu sabedoria e discernimento para que permitisse concluir este projeto com saúde.

Toda minha família, principalmente aos meus avós e minha mãe que sempre me encorajaram e me apoiaram durante essa trajetória.

Agradeço à minha amada companheira Marcelli Cristina Nunes pela paciência, contribuições à campo, dedicação, palavras de conforto, apoio e todo amor durante essa jornada.

Ao meu cãopanheiro Max que esteve todos os dias no “tapetinho” ao lado durante este manuscrito, obrigado Cusco amigo.

Deixo um agradecimento especial ao meu orientador pela bagagem de conhecimentos transmitida, pela dedicação do seu escasso tempo e pela oportunidade desafiadora por me permitir desenvolver novas habilidades e descobertas no meio científico. Obrigado pelo apoio profissional e emocional.

Agradeço a minha coorientadora Dra. Maria Gabriela Pittaro e a minha parceira de campo MSc. Valentina Mendez que sempre estiveram de prontidão e nunca mediram esforços em transmitir seu saber com muito profissionalismo.

À minha professora de graduação Dra. Tathiana Gelinski por me incentivar a ingressar no Mestrado.

Agradeço aos produtores rurais e contribuintes das bolsas de fomento para inúmeros estudantes.

Agradeço a todo corpo docente, colaboradores e pessoas envolvidas diretamente ou indiretamente que engajam todo o corpo técnico e sucedem o ensino, a pesquisa e a extensão.

Agradeço à UDESC/CAV e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade.

Agradeço as amigas durante essa jornada em especial Caroline Almeida, Daniel Barreta, Danielli Comassetto, Fábio Winter, Laryssa Demétrio, Loirana Lehmkuhl, Rayllana Larsen, Roberta Veiga que foram pessoas acolhedoras.

Agradeço ao grupo NUPEP pelos ensinamentos, troca de informações, hospitalidade e contribuições principalmente durante as atividades de campo.

Agradeço a essas pessoas que me auxiliaram durante a elaboração desse manuscrito: Gisele Vargas (SENAC) e Mônica Cofféri.

*“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”*

Carl G. Jung

*“Trabalhe duro para ter a vida que você sonha, mas não se esqueça de ser feliz com a vida que você tem.”*

Fernando Estevam

## RESUMO

VARGAS, Karoline Cardoso. **Contribuição de perfilhos aéreos e basais nos componentes do acúmulo de MS em pastos de capim-elefante cultivar BRS-Kurumi (*Pennisetum Purpureum*, Schum.)**. 2023. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2023.

Para otimizar a produção de forragem é necessário compreender os processos morfológicos e as características estruturais que influenciam a dinâmica do acúmulo de biomassa após cortes ou pastejos sucessivos. Nesse trabalho, objetivou-se determinar se pastos de capim-elefante manejados em alturas contrastantes (50 ou 80 cm) apresentam diferenças na contribuição de perfilhos aéreos e basais para o processo de acúmulo de forragem. O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), SC, entre os anos de 2021 e 2022. Os tratamentos consistiram de duas alturas de manejo: 50 e 80 cm, com severidade de desfolha de 50%, gerando alturas residuais de 25 e 40 cm, respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados (DBC) com 2 tratamentos e 3 repetições, em unidades experimentais de 145 m<sup>2</sup>. A dinâmica do processo de morfogênese, que origina o fluxo de biomassa, utilizou-se a técnica de perfilhos marcados em 20 perfilhos por unidade experimental, 10 perfilhos alocados em cada touceira representando a condição média do dossel. As coletas foram feitas com intervalo entre avaliações de 3 a 7 dias. Todos os cálculos foram baseados na somatória calórica expressa em Graus-dia (GD), considerando 16°C como temperatura basal. As variáveis analisadas incluíram: Número de folhas vivas (NVF), Porcentagem de folhas em expansão (%FEmExp), Taxa Alongamento Foliar (TAIF), Taxa Senescência Foliar (TSe), Filocrono, Longevidade, Taxa de Crescimento Foliar (TCF) e Porcentagem (%) de contribuição no acúmulo. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de LSD-Fischer com nível de significância de 5%, usando o pacote estatístico InfoStat/P, versão 2020, para comparação de médias. Do ponto de vista morfogênico, pastos altos e pastos baixos apresentaram valores similares para NVF, %FEmExp, TAIF e TSe. Os perfilhos aéreos apresentaram menor filocrono (38,82 GD.folha), maior TCF (0,90 g/m<sup>2</sup> GD.folha) e menor longevidade (211,5 GD.folha) do que os perfilhos basais, que apresentaram maior filocrono (51,53 GD.folha), menor TCF (0,44 g/m<sup>2</sup> GD.folha) e maior longevidade (304,32 GD.folha). Os perfilhos aéreos também apresentaram menor tamanho, maior densidade populacional (137 perfilhos.m<sup>2</sup>) e maior contribuição para o acúmulo de MS (67,8 %) do que os perfilhos basais, que apresentaram maior tamanho, menor densidade populacional (68 perfilhos.m<sup>2</sup>) e menor contribuição para o acúmulo de MS (32,2%). Perfilhos aéreos apresentam uma maior contribuição para o acúmulo de matéria seca em pastos de capim-elefante anão cv. BRS Kurumi basicamente porque são em maior número, independente da altura de manejo.

**Palavras-chave:** Acúmulo de Forragem, (*Pennisetum purpureum* Schum.), Fluxo de Tecidos, Graus-dia, Morfogênese, Perfilho Aéreo.

## ABSTRACT

VARGAS, Karoline Cardoso. **Contribution of aerial and basal tillers on the components of DM accumulation in elephantgrass pastures cultivar BRS-Kurumi (*Pennisetum Purpureum*, Schum.)** 2023. 44p. Dissertation (Master in Animal Science). University of the State of Santa Catarina (UDESC). Graduate Program in Animal Science. Lages, 2023.

To optimize forage production, it is necessary to understand the morphological processes and structural characteristics that influence the dynamics of biomass accumulation after successive cuts or grazing. The objective of this work was to verify whether elephant grass pastures managed at contrasting heights (50 or 80 cm) present differences in the contribution of aerial and basal tillers in the forage accumulation process. The experiment was conducted at the Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) of the State University of Santa Catarina (UDESC), SC, between 2021 and 2022. The treatments consisted of two management heights: 50 and 80 cm, with a defoliation severity of 50%, generating residual heights of 25 and 40 cm, respectively. The experimental design was randomized blocks (DBC) with 2 treatments and 3 replications, in experimental units of 145 m<sup>2</sup>. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the LSD-Fischer test with a significance level of 5%, using the statistical package InfoStat/P version 2020 for comparison of means. To understand the dynamics of the morphogenesis process that originates the flow of biomass, the technique of tillers marked in 20 tillers per experimental unit was used, 10 tillers allocated in each clump representing the average condition of the canopy. The collections were made with an interval between evaluations of 3 to 7 days. All calculations were based on the caloric sum expressed in Degree-days (GD), considering 16°C as basal temperature. The variables analyzed included: Number of live leaves (NVF), Percentage of expanding leaves (%FEmExp), Rate of leaf elongation (TAIF), Rate of leaf senescence (TSe), Phyllochron, Longevity, Rate of leaf growth (TCF) and Percentage (%) contribution to accumulation. From the morphogenic point of view, tall pastures and short pastures showed similar values for NVF, %FEmExp, TAIF and TSe. The aerial tillers showed lower phyllochron (38.82 DG.leaf), higher TCF (0.90 g/m<sup>2</sup> DG.leaf) and lower longevity (211.5 DG.leaf) than the basal tillers, which showed higher phyllochron (51.53 DG.leaf), lower TCF (0.44 g/m<sup>2</sup> DG.leaf) and greater longevity (304.32 DG.leaf). Aerial tillers also showed smaller size, higher population density (137 tillers.m<sup>2</sup>) and greater contribution to DM accumulation (67.8%) than basal tillers, which had larger size, lower population density (68 tillers.m<sup>2</sup>) and lower contribution to DM accumulation (32.2%). Aerial tillers present a greater contribution to dry matter accumulation in pastures of dwarf elephant grass cv. BRS Kurumi basically because they are more, regardless of handling height.

**Keywords:** Forage Accumulation, (*Pennisetum purpureum* Schum.), Tissue Flow, Degree-days, Morphogenesis, Aerial Tiller.



## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1-** Massa de forragem em pré-pastejo (kg MS/ha), composição morfológica (%), densidade populacional de perfilhos (perfilhos.m<sup>2</sup>) e índice de área foliar (IAF) em pastos de capim-elefante cv. BRS Kurumi manejados em duas alturas de pastejo. .... 30

**Tabela 2-** Atributos morfológicos em perfilhos de pastos de Capim-elefante cv. BRS Kurumi manejados em duas alturas de pastejo ..... 30

**Tabela 3-** Contribuição de perfilhos aéreos e basais na Dinâmica do acúmulo em pastos de Capim-elefante cv. BRS Kurumi manejados em duas alturas de pastejo..... 31

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Relação entre variáveis morfogênicas e características estruturais do pasto..... 19
- Figura 2** - Acúmulo de forragem no tempo em pastos submetidos à pastejo rotacionado.....21
- Figura 3** – Precipitação mensal acumulada e Temperaturas médias, mínimas e máxima do ar dos meses Janeiro, Fevereiro e março de 2022, em Lages, Santa Catarina.....26
- Figura 4** - Perfilhos aéreos e basais do Capim-elefante anão BRS-Kurumi.....24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1 ESPÉCIE UTILIZADA	16
<b>2.1.2 Capim-elefante Anão Cultivar BRS Kurumi (<i>Pennisetum Purpureum</i>, Schum.)</b>	<b>17</b>
2.2 O PERFILHO	17
<b>2.2.1 Dinâmica da morfogênese e características estruturais</b>	<b>18</b>
<b>2.2.3 Perfilhos Basais e Aéreos</b>	<b>21</b>
<b>3 HIPÓTESE</b>	<b>23</b>
<b>4 OBJETIVO</b>	<b>23</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>23</b>
5.1 LOCAL DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	23
5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	25
5.3 MENSURAÇÃO DO FLUXO DE TECIDOS	25
<b>5.5 Análise estatística</b>	<b>29</b>
<b>6 RESULTADOS</b>	<b>29</b>
<b>7 DISCUSSÃO</b>	<b>32</b>
7.1 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAS	32
7.2 CONTRIBUIÇÃO DE PERFILHOS AÉREOS NA DINÂMICA DO ACÚMULO	34
<b>8 CONCLUSÕES</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido por possuir um dos maiores rebanhos bovinos do mundo, contabilizando aproximadamente 200 milhões de cabeças (MAPA, 2012). Além disso, o país ocupa a posição de segundo maior exportador de carne bovina. Em média, cerca de 90% do rebanho brasileiro é criado em pastagens ou passa parte de sua vida nelas sendo que esses ambientes desempenham um papel fundamental na pecuária bovina brasileira, proporcionando custos de produção mais baixos. Dentre as espécies forrageiras adaptadas às condições brasileiras, destaca-se o capim-elefante, uma das plantas mais produtivas do mundo tropical. Diante disso, o melhoramento genético do capim-elefante segue de forma contínua em busca de estruturas caracterizadas pela alta proporção de folhas e pequeno alongamento de colmos, associados a um alto rendimento, propagação por sementes e resistência a espécies de cigarrinha-das-pastagens.

As pastagens compõem um ecossistema complexo e dinâmico, formado pela associação de componentes bióticos e abióticos arranjados de forma hierárquica e interativa (SILVA, NASCIMENTO JÚNIOR e EUCLIDES, 2008). O período imediatamente após a desfolha tem sido alvo de muitas pesquisas ao longo dos anos, isso porque é importante compreendermos como o pasto recupera sua estrutura após esse evento. Para isso, é necessário avaliar aspectos ontogênicos, morfogênicos e morfofisiológicos das plantas forrageiras, a fim de planejar e projetar estratégias de utilização que respeitem os limites de flexibilidade do manejo, sem comprometer a produção de forragem e o desempenho animal. Contudo, a tentativa das plantas forrageiras tropicais de restabelecer sua área foliar após a rebrota e assegurar a produção de forragem pelo maior perfilhamento aéreo em diferentes horizontes precisa ser mais bem estudada para que sua função possa ser conhecida. Ainda há questionamentos sobre a composição e a contribuição do acúmulo total de plantas tropicais entre perfilhos aéreos e basais. Dessa forma, se torna pertinente e de extrema importância que a pesquisa invista em estudos sobre a dinâmica de produção das gramíneas forrageiras, fazendo avaliações de características morfogênicas e estruturais para ampliar conhecimentos e melhor caracterizar a real estrutura do pasto e sua relação com esses tipos de perfilhos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ESPÉCIE UTILIZADA

#### 2.1.1 O Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*)

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma das forrageiras mais importantes e produtivas de clima tropical, tendo uma grande representatividade no setor pecuário. Ele é cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, devido ao seu elevado potencial de produção de matéria seca, bom valor nutritivo, boa aceitabilidade pelos animais, vigor e persistência. As indicações sobre a origem e distribuição natural do capim-elefante domesticado são muito importantes, porém ainda muito indiretas.

De acordo com os estudos de Brunken (1977) e Robert et al. (2011), a origem e o centro de domesticação deste gênero ocorreram ao longo das regiões sahelianas e úmidas da África. Especificamente, o capim-elefante tem seu centro de diversidade que vai desde a Guiné, a oeste, até Moçambique e o sul do Quênia, a leste, incluindo Angola e Zimbábue, ao sul. Foi reconhecido como uma planta de potencial forrageiro no início do século XX pelo Coronel Napier no ano de 1913, sendo pastejado por manadas de elefantes nos Estados Unidos. Sua introdução no Brasil foi de forma indireta com poucos relatos em 1920, especificamente no estado de São Paulo, através de mudas dos genótipos Mercker (Elefante B) e Napier (Elefante A) trazidas de Cuba, propagando-se posteriormente para os outros estados do Brasil (Veiga et al., 1985).

A ampla variabilidade genética do capim-elefante é um dos motivos do seu sucesso na pecuária brasileira e mundial (PEREIRA et al., 2017). Atualmente, entre as instituições de pesquisa que têm se dedicado ao estudo do Capim-elefante no Brasil, e seus híbridos específicos obtidos com o cruzamento do Capim-elefante com o Milheto, destaca-se a Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora/ MG.

Uma compilação de descrições do capim-elefante (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1983; NASCIMENTO JUNIOR, 1981; DERESZ, 1999) o descreve como uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, atingindo de 3 a 5 metros de altura com colmos eretos dispostos em touceira.

As cultivares têm sido divididas em grupos de acordo com a época de florescimento, pilosidade da planta, diâmetro do colmo, formato da touceira, largura da folha, número e tipo de perfilhos (CARVALHO et al., 1972; BOGDAN, 1977; PEREIRA, 1993). Os grupos que podemos citar são: Grupo Anão, Grupo Cameroon, Grupo Mercker, Grupo Napier e Grupo dos Híbridos que são resultantes de cruzamentos. Da mesma forma, outras instituições importantes

do país têm programas de melhoramento genético do Capim-elefante, como por exemplo o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), que possui um banco ativo de germoplasma com aproximadamente 500 acessos (LIRA et al., 2010).

### **2.1.2 Capim-elefante Anão Cultivar BRS Kurumi (*Pennisetum Purpureum*, Schum.)**

A cultivar BRS Kurumi é um clone de capim-elefante anão, que apresenta propagação vegetativa, ciclo perene e porte baixo, sendo recomendada para uso sob corte ou pastejo. Essa cultivar foi desenvolvida por meio de cruzamentos e seleção pela Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, MG) entre as cultivares do grupo Merkeron de Pinda (BAGCE 19) e do grupo Roxo (BAGCE 57), ambas pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de capim-elefante (BAGCE), lançado em 2012.

A BRS Kurumi é altamente produtiva e adaptada à região Sul do Brasil, além das regiões do Cerrado e Amazônia. Sua época de plantio no Sul vai de setembro a fevereiro, apresentando propagação vegetativa, ciclo perene e uso sob corte ou pastejo. Apresenta touceiras de formato semiaberto, folhas e colmos de cor verde, crescimento vigoroso, grande capacidade de rebrote, alta proporção de folhas e florescimento entre os meses de junho e julho. No sul do Brasil, o período de pastejo ocorre normalmente de setembro a maio.

Os procedimentos necessários para se ter sucesso no controle de invasoras por ser uma planta suscetível a invasoras são o plantio com espaçamento mais próximo para BRS Kurumi, que varia de 0,5 m a 0,8 m nas entrelinhas, devido a um fechamento mais rápido dessa forrageira, e o método de pastejo com lotação rotacionada (PEREIRA et al., 2021). Essa cultivar apresenta suscetibilidade ao dano da cigarrinha-das-pastagens, portanto o uso dessa cultivar deve ser restringido ou adotadas estratégias de controle em áreas com histórico de alta infestação. O capim-elefante de porte anão difere dos de porte alto por ter entrenós mais curtos, tendo um rendimento menor em relação aos outros. No entanto, o número de nós e a quantidade de folhas não são alterados, o que confere maior qualidade da forragem e facilidade de manejo (PEREIRA et al., 2021).

## **2.2 O PERFILHO**

As plantas de uma população de pastagens de gramíneas são formadas por perfilhos, que são as unidades vegetativas básicas de desenvolvimento (HODGSON, 1990) e que correspondem a uma sucessiva diferenciação de fitômetros em diferentes estádios de desenvolvimento compostos por apenas um meristema apical (BRISKE, 1991). Cada fitômetro

é composto por partes vegetais da folha, bainha, entrenó, nó e sua respectiva gema axilar (BRISKE, 1991).

O desenvolvimento, crescimento e senescência de folhas e perfilhos constituem os processos fisiológicos que caracterizam a dinâmica do desenvolvimento do relvado (GOMIDE, 1997). Os perfilhos têm um período de vida e necessitam ser substituídos para que a densidade populacional de perfilhos da gramínea de interesse seja mantida e assegure a persistência, longevidade e produtividade da pastagem (MATTHEW et al., 2000).

### **2.2.1 Dinâmica da morfogênese e características estruturais**

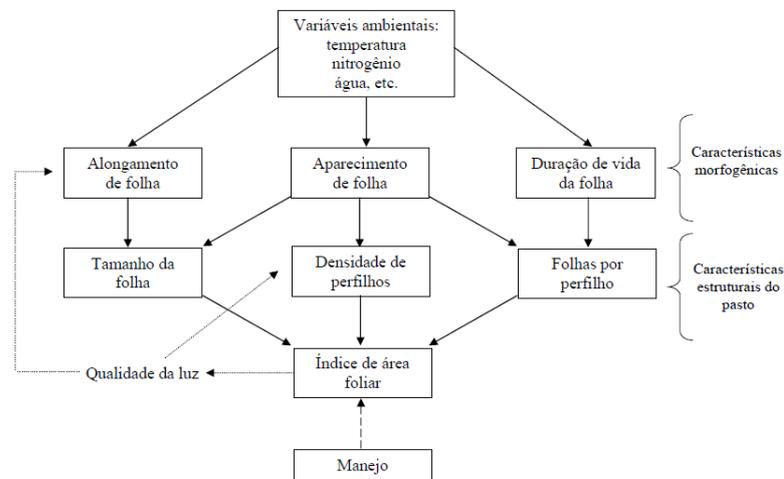
Segundo Valentine & Matthew (1999), uma população estável de perfilhos de uma gramínea forrageira qualquer está associada a um equilíbrio dinâmico e harmônico entre os processos de morte e aparecimento de perfilhos.

Morfologicamente os primórdios foliares são as primeiras e mais importantes estruturas a serem formadas em um fitômetro. O acúmulo de fitômetros e o seu grau de desenvolvimento, como expansão foliar, alongamento e espessamento dos nós e entrenós, geram um acúmulo de biomassa do perfilho. Esse tipo de organização permite às gramíneas manter sua persistência por um longo período, promovendo um mecanismo plástico que proporciona adaptações ao pastejo e mudanças estacionais na estrutura do dossel (Chapman & Lemaire, 1993; Matthew et al., 2000). É importante ressaltar que variações climáticas relacionadas com as épocas do ano adicionam um fator complicador nessas relações, uma vez que a disponibilidade de fatores como luz, água, temperatura e nutrientes, especialmente o nitrogênio, afeta significativamente o processo de perfilhamento (Langer, 1963), encadeando também modificações nas características morfogênicas e estruturais do pasto.

Quanto ao acúmulo total da matéria seca de forragem em pastos de capim-elefante depende da interação entre os tipos de perfilhos e os fatores ambientais que afetam as taxas de crescimento e acúmulo, como temperatura, água e nutrientes. O manejo do pastejo também influencia o acúmulo de forragem, ao determinar a frequência e a intensidade de desfolhamento dos pastos. Montagner et al. (2012) sugerem que o manejo baseado na interceptação de luz é uma estratégia eficiente para maximizar o crescimento foliar e minimizar a senescência em gramíneas tropicais. Segundo esses autores, o momento ideal de pastejo é quando os pastos atingem 95% da interceptação de luz, pois nesse ponto há um equilíbrio entre a produção e a perda de folhas. Esse manejo permite aumentar as taxas de acúmulo de folhas, reduzir as perdas por pastejo (Carnevalli et al. 2006; Silveira et al. 2013) e manter uma estrutura do pasto que favoreça o consumo animal.

Lemaire e Chapman (1996) definiram a morfogênese de plantas como sendo a dinâmica de geração e expansão das plantas no espaço, podendo ser descrita em termos de taxas de aparecimento de novos órgãos, expansão, senescência e decomposição de tecidos. Em pastagens onde somente folhas são produzidas, a morfogênese de plantas é descrita por três características principais: taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAF) e duração de vida das folhas. A combinação dessas três características morfogênicas determina as três principais características estruturais do dossel: comprimento final da folha, densidade populacional de perfilhos (DPP) e número de folhas vivas por perfilho (NFV) (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). O produto das características estruturais da pastagem determina o seu índice de área foliar (IAF). O IAF é a relação entre a área de folhas e a área de solo ocupada e quanto maior o IAF do pasto, maior a sua capacidade de interceptar luz (WATSON, 1947) ilustrada na (figura 1) a seguir:

Figura 1 - Relação entre variáveis morfogênicas e características estruturais do pasto



Fonte: Lemaire e Chapman, (1996).

Podemos observar (Figura 1) que as características morfogênicas de uma planta além de serem geneticamente definidas são sensíveis a variações de fatores abióticos e podem adaptar sua morfogênese por meio de uma resposta plástica de acordo com o manejo imposto, como severidade de pastejo ou seja, a proporção de forragem total presente numa área que é removida por causa do pastejo, pressões de pastejo a quantidade de forragem em (kg) para cada 100 kg de peso vivo e adubação implicam em um ótimo desempenho dos animais. A capacidade da planta se adaptar a uma determinada desfolha chamamos de "plasticidade morfológica" ou "plasticidade fenotípica", que pode ser definida como uma mudança progressiva e reversível nas características morfogênicas de plantas individuais.

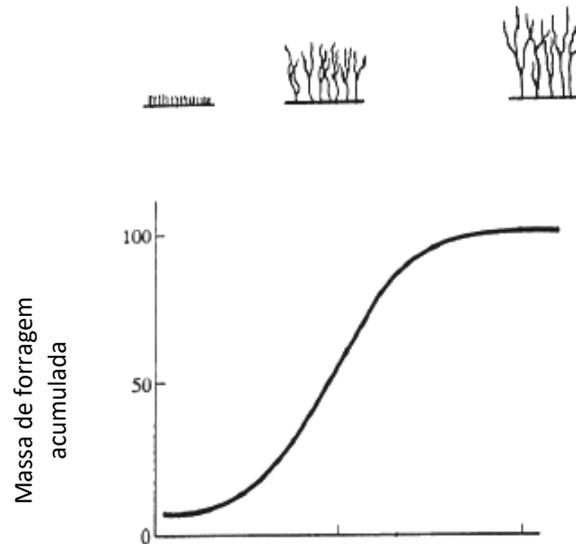
Em contrapartida, as características morfogênicas influenciam nas características estruturais do pasto, que por sua vez resultam na área foliar capaz de interceptar a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente, quem influenciam diretamente no consumo animal. O animal não consome de acordo com a morfogênese, mas a morfogênese serve para nos guiar de acordo com o manejo favorecendo o pastejo dos animais. Portanto, o número e o tamanho de folhas verdes por unidade de área determinam a capacidade de interceptação da RFA (Radiação Fotossinteticamente Ativa) e a eficiência incidente sobre o pasto. Em função dessa dinâmica, demonstram ser relevantes os estudos sobre a produção primária das gramíneas forrageiras por meio de avaliações de características morfogênicas para análise do crescimento vegetal. Com esses estudos é possível ter uma estimativa da produção forrageira, da taxa de acúmulo de massa seca, frequências de desfolha, intensidades de desfolha e entender as alterações no consumo, atribuídas às mudanças estruturais do pasto. Além disso, podem gerar conhecimentos básicos necessários para definições de estratégias de manejo de plantas forrageiras nas mais variadas condições (BARBOSA et al., 2007; NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004). Nesses termos, pastagens podem ser consideradas como sistemas altamente auto-regulador onde qualquer mudança estrutural determina respostas na morfogênese de plantas que, por sua vez, modificam a estrutura do pasto (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000).

Sbrissia e Silva (2001) propuseram uma adaptação no esquema de Lemaire e Chapman (1996) para as plantas forrageiras tropicais, indicando a necessidade da inclusão do alongamento do colmo entre as características morfogênicas e da relação lâmina/colmo (RLC) nas características estruturais. Em gramíneas de hábito de crescimento ereto, o alongamento do colmo incrementa o rendimento forrageiro, porém interfere significativamente na estrutura do pasto. A distribuição de folhas no perfil do dossel é alterada pelo alongamento do colmo, o que, por sua vez, modifica a quantidade e a qualidade da luz no interior do dossel, repercutindo diretamente nas características morfogênicas e no perfilhamento.

Há uma relação direta entre a velocidade de aparecimento, comprimento final e a duração de vida das folhas, de acordo com o tamanho do pseudocolmo (DURU e DUCROCQ, 2000). À medida que o desenvolvimento do dossel aumenta, a TApF diminui e esse fenômeno pode ser uma consequência do aumento do comprimento das bainhas das folhas sucessivas, que acaba por atrasar o aparecimento de uma nova lâmina foliar acima do meristema apical. No entanto, pastos mantidos com um IAF baixo por meio de desfolhações frequentes apresentam maiores valores de TApF que pastos mantidos com um IAF alto, obtido por meio de desfolhações menos frequentes (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; DURU e DUCROCQ, 2000), isso implica em uma maior renovação de tecidos. A resposta da planta forrageira às desfolhações tem como meta a recuperação e a manutenção do padrão de crescimento, em que todos os recursos são usados, de forma balanceada, para o ótimo crescimento da planta

(LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). O crescimento de um pasto submetido à desfolhação intermitente foi demonstrado por Brougham (1955), que determinou a natureza da curva de rebrotação após desfolha em pastagens de trevo e azevém e descreveu uma trajetória sigmóide do acúmulo da massa de forragem no tempo representada na figura a seguir:

Figura 2 - Acúmulo de forragem no tempo em pastos submetidos à pastejo rotacionado



Fonte: adaptado de Hodgson, (1990)

De maneira geral, a curva de rebrotação é caracterizada por apresentar três fases distintas. Na primeira fase, o acúmulo de forragem no início é relativamente lento, pois não depende muito de reservas e aumenta com o tempo. Na segunda fase, onde há um acúmulo linear e maior mobilização de reservas para o reestabelecimento no qual forma uma inclinação que utilizamos para fazer os cálculos com a finalidade de identificar o ponto de origem das folhas em expansão e remanescentes. Na terceira fase, inicia-se a queda das taxas médias de acúmulo, ocasionando uma redução na taxa de crescimento, consequência do aumento da senescência. Assim, ficou demonstrado que o crescimento das plantas forrageiras estava relacionado com o nível de interceptação de luz pelo dossel e seu IAF, havendo uma taxa constante no acúmulo de matéria seca quando havia folhagem suficiente para interceptar praticamente toda a luz incidente (SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

### 2.2.3 Perfis Basais e Aéreos

Com base na diversidade de perfis no pasto, é possível classificá-los em basais e aéreos ou axilares, de acordo com sua origem de desenvolvimento ou crescimento (PEDREIRA

et al., 2001). Ademais, perfilhos basais e aéreos possuem características particulares que podem influenciar a dinâmica de crescimento do pasto. Sabendo disso, e que o comportamento das classes de perfilhos do capim-elefante sob pastejo, nas diferentes épocas do ano, exerce influência sobre as taxas de crescimento e o acúmulo de forragem, e que seu conhecimento é utilizado para otimizar o uso do pasto (CARVALHO et al., 2007), é de grande importância encontrar práticas de manejo visando o equilíbrio da produção dessas duas classes de perfilhos, podendo-se priorizar ora a produção de aéreos ora a produção de basais. Nos períodos secos e épocas outonal do ano é importante priorizarmos a prevalência do perfilhamento basilar contribuindo com estratégias que proporcionam maior sobrevivência e longevidade do pasto, para no final da primavera, favorecendo também sua rebrotação na próxima primavera por ter grandes quantidades de reservas e carboidratos inclusive em seu sistema radicular, isso, associado com uma combinação de frequência de pastejo com período de descanso até que o dossel atinja 95% de interceptação luminosa (IL) e intensidade sem que comprometa sua estrutura. Em contrapartida, durante o verão épocas de rápido crescimento, priorizamos o perfilhamento aéreo devido o seu acelerado reestabelecimento após uma determinada desfolha, isso contribui para uma segura manutenção, crescimento e produtividade do pasto ao longo do seu ciclo vegetativo.

Segundo Corsi (1994), o manejo do capim-elefante deve ser efetuado de maneira que, durante o primeiro pastejo, o meristema apical dos perfilhos basais seja eliminado. Essa eliminação proporciona condições para o aparecimento de perfilhos aéreos, provenientes das gemas axilares, que devem ser a base da produção de matéria seca durante todo o período de crescimento. A prática do manejo qual favorece esse perfilhamento é estimular o crescimento do pasto manejando pastos em maior altura. Vale ressaltar que, em alguns cultivares, a estratégia de recuperação e crescimento baseia-se mais no lançamento de perfilhos basais do que aéreos (PEREIRA, 1994), como por exemplo cultivares do grupo roxo (BAGCE 57). Também deve-se considerar a estacionalidade de produção das classes de perfilhos. Carvalho et al. (2004, 2006, 2007), trabalhando com capim-elefante cv. Napier, apontam, através de estudos de densidade populacional de perfilhos, que o maior desenvolvimento de perfilhos basais e aéreos ocorreu durante a primavera e o verão, respectivamente. No mesmo trabalho de Carvalho et al. (2007), os perfilhos aéreos foram responsáveis por aproximadamente 75% da composição do índice de área foliar (IAF).

Em plantas forrageiras tropicais, a fração colmo é importante para o crescimento e interfere, significativamente, na estrutura do dossel e no equilíbrio dos processos de competição por luz (FAGUNDES, 2004). Em geral, perfilhos aéreos possuem maior relação folha/colmo, são tenros e de melhor valor nutritivo, quando comparados aos perfilhos basais. Já a rebrotação a partir do perfilho basal tende a ser mais rápida, quando comparada à rebrotação oriunda do

perfilhamento essencialmente aéreo (PACIULLO et al., 2003) supostamente devido ter uma fonte de dreno que é o sistema radicular e ser uma estrutura na qual permite acessar qualquer material orgânico prontamente disponível no solo. Contudo, a tentativa da planta de restabelecer sua área foliar e assegurar produção de forragem pelo maior perfilhamento aéreo precisa ser mais bem estudada para que sua função possa ser conhecida (SANTOS et al., 2010b).

Os responsáveis pela manutenção da sobrevivência dos tecidos remanescentes após o corte ou pastejo são as reservas orgânicas e o IAF remanescente. A área foliar deixada após a desfolha é importante porque aumenta o vigor da rebrotação, resultado da produção imediata de carboidratos pela fotossíntese, proporcionando à planta menor tempo de dependência de suas reservas para recuperação da área foliar (SILVA, NASCIMENTO JÚNIOR e EUCLIDES, 2008). A recuperação de perfilhos aéreos após uma determinada desfolha se torna mais rápido devido sua estrutura ser menor, conseqüentemente apresentam IAF remanescente menor, o que resulta em renovações de tecidos com maiores frequência.

### **3 HIPÓTESE**

A contribuição de perfilhos aéreos e basais para o processo de acúmulo de forragem em pastos de capim-elefante é dependente da altura de manejo dos pastos.

### **4 OBJETIVO**

Determinar se pastos de capim-elefante manejados em alturas contrastantes (50 ou 80 cm) apresentam diferenças na contribuição de perfilhos aéreos e basais para o processo de acúmulo de forragem.

### **5 MATERIAL E MÉTODOS**

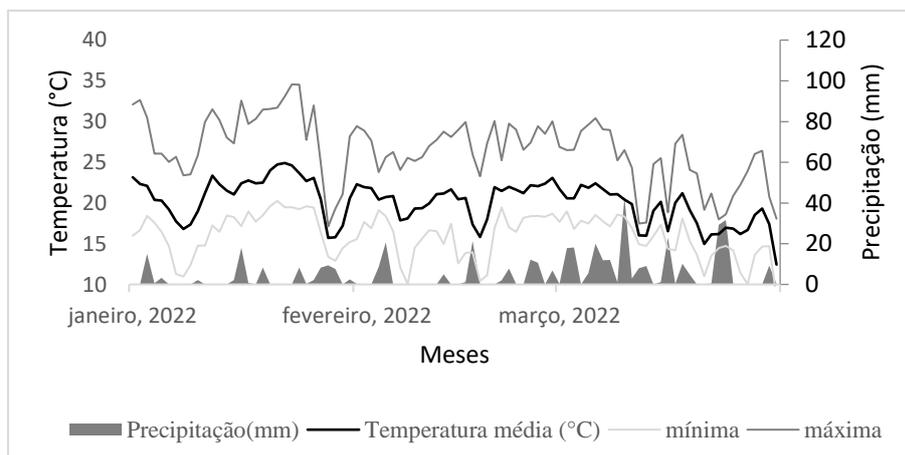
#### **5.1 LOCAL DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO**

O experimento foi conduzido em pastos de capim-elefante na área experimental do centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV- UDESC), localizado em Lages – Santa Catarina – Brasil, nas coordenadas geográficas 27° 48' 58" S e 50° 19' 34" W, a uma altitude de 930 m. A região apresenta clima temperado úmido (Cfb), segundo a classificação de Köppen, com verões amenos e invernos frios, e precipitação média anual de 1.500 mm, bem distribuída ao longo do ano. Ocorrem geadas frequentes no

outono e no inverno. O período experimental teve duração de 36 dias, compreendendo entre 15 de Fevereiro e 22 de Março de 2022.

O solo da área experimental é um Cambissolo Húmico Alumínico Típico (EMBRAPA, 2006), com as seguintes características químicas na camada superficial (0-20 cm): pH (SMP)= 4,77; M.O:4,11%; Ca: 7,41 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Mg: 4,64 cmolc.dm<sup>-3</sup>; H+Al: 7,48 cmolc.dm<sup>-3</sup>; P: 11,8 mg.dm<sup>-3</sup>; K: 117mg.dm<sup>-3</sup>; Argila: 32,5%; CTC em pH 7,0: 12,5 cmolc.dm<sup>-3</sup> e Saturação por bases: 62,28%. Antes da implantação da pastagem, foi realizada uma calagem com 2,1 ton. ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico PRNT (70%), para elevar a saturação por bases a 70%. Os dados climáticos de Lages/SC, referentes à precipitação e às temperaturas máxima, média e mínima, foram obtidos na Estação Meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM).

**Figura 3** - Precipitação mensal acumulada e Temperaturas médias, mínimas e máxima do ar dos meses Janeiro, fevereiro e março de 2022, em Lages, Santa Catarina



A área experimental, com 2100 m<sup>2</sup>, estava estabelecida com uma mistura binária de duas gramíneas perenes: Festuca (*Festuca arundinacea* cv. Rizomat) e Capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum*) desde 2015. Essa pastagem foi erradicada nos meses de Novembro/Dezembro de 2020. Em janeiro de 2021, foi implantado o capim-elefante anão cv. BRS Kurumi, utilizando-se estacas vegetativas dispostas em um espaçamento de 0,65 x 0,65 m. Após 45 dias da implantação, foi realizada uma adubação nitrogenada com ureia na dose de 350 kg N ha<sup>-1</sup> e a área foi vedada durante o outono/inverno. No início da primavera (1º de setembro de 2021), após a ocorrência de geadas que causaram a morte da biomassa aérea do capim-elefante, foi realizada uma roçada a 15 cm do solo para remover o material morto e favorecer uma rebrota uniforme. A partir dessa data, iniciou-se o experimento.

A adubação nitrogenada foi feita apenas na primavera-verão. A dose anual utilizada foi de 400 kg de N.ha<sup>-1</sup>, na forma de ureia (45% de N), dividida em três parcelas: duas de 150 kg N/ha em Setembro/2021 e Janeiro/2022 e outra de 100 kg N/ha em Março/2022. A dose de

400 kg N/ha visou garantir que não houvessem limitações por falta de nitrogênio sem prejudicar a sua persistência e o seu vigor de rebrota.

## 5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Os tratamentos consistiram em duas alturas de pré-pastejo (50 e 80 cm) associadas a uma severidade de desfolha de 50%, resultando em alturas residuais de 25 e 40 cm, respectivamente. Os tratamentos foram alocados em parcelas experimentais de 145 m<sup>2</sup>, distribuídas em um delineamento de blocos causalizados, com três repetições. Foram utilizados bovinos da raça Holandês, provenientes do Setor de Bovinocultura de Leite do Departamento de Produção Animal e Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como animais pastejadores (novilhas e vacas secas), com peso médio de 470 kg. Os animais foram introduzidos nas parcelas quando estas atingiam a condição de pré-pastejo estabelecida para cada tratamento.

## 5.3 MENSURAÇÃO DO FLUXO DE TECIDOS

A seleção de touceiras para a marcação dos perfilhos foi baseada nas características que diferenciam a base e a copa em uma altura média do piquete representativa da altura do dossel, sem haver diferenças entre touceiras por tratamento. Essa seleção levou em conta a densidade populacional de perfilhos (DPP) e a proporção de perfilhos basais e aéreos para cada piquete, assim como os atributos de touceira (relação base/copa). Os perfilhos no pasto foram classificados em basais, aéreos e axilares conforme sua origem de desenvolvimento ou crescimento (PEDREIRA et al., 2001). No entanto a medição foi feita somente em perfilhos aéreos e basais. Os perfilhos basais foram aqueles originados de gemas localizadas próximas ou no nível da superfície do solo. Os perfilhos aéreos foram aqueles originados de gemas laterais, localizadas nos nós superiores de um perfilho basal principal.

As medições foram realizadas somente no estágio vegetativo da cultura. Para as folhas completamente expandidas, foi medido o comprimento da ponta da folha até sua lígula visível. Para as folhas em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém, considerando-se a lígula da última folha expandida como referencial de medida. Para as folhas em senescência, considerou-se o ponto até onde o processo de senescência (amarelamento) havia avançado na lâmina foliar.

**Figura 4** - Perfilhos aéreos (A) e basais (B) do capim-elefante anão BRS-Kurumi



Fonte: Autor, 2023.

Para a medição do colmo foi considerado como sendo a distância do solo (ou o ponto de inserção dessas, no caso de perfilhos aéreos) até a última lígula completamente expandida. As avaliações dentro das parcelas foram realizadas a partir de duas transectas nas quais foram distribuídas ao longo das mesmas de forma representativa, escolhendo duas touceiras dentro da parcela e identificando 20 perfilhos, marcando em média 10 perfilhos por touceira em uma média de 6 aéreos e 4 basais para homogeneizar a proporção. Após a identificação, foi feita a medição utilizando uma régua graduada de 30 cm e outra de 1 metro. A técnica de perfilhos marcados (DAVIES, 1993) foi utilizada para o entendimento da dinâmica do processo de morfogênese, avaliando o fluxo de tecidos por meio do crescimento, da morte e desenvolvimento dos diferentes componentes vegetais. As medições foram acompanhadas de uma letra para fácil identificação e comunicação a campo sendo elas: Madura intacta senescente (A), Madura intacta viva (B), Madura desfolhada senescente (C), Madura desfolhada viva (D), folhas maduras eram consideradas somente com a lígula completamente exposta, folhas em Expansão Intacta viva (E) e Expansão desfolhada viva (F). As medidas foram feitas durante um ciclo de crescimento vegetativo da cultura de 50 dias com intervalo entre avaliações de 3 dias nos meses de Fevereiro e 7 dias no mês de Março. Essa diferença entre os dias das medições foi devido ao início de uma queda das temperaturas característico da região, que aumentou o intervalo de avaliação no mês de março.

#### 5.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

Foram avaliados aspectos relativos à morfogênese das plantas, tais como o número de folhas vivas, sendo ela uma característica estrutural, folhas em senescência, o número de folhas em expansão por perfilho, a taxa de alongamento foliar, o filocrono e a

longevidade de folhas. Além disso, foram quantificadas a taxa de crescimento foliar por m<sup>2</sup> de perfilhos aéreos e basais e seu percentual na dinâmica do acúmulo de MS.

A temperatura é um fator importante no crescimento de plantas, pois atua diretamente na taxa de aparecimento e taxa de alongamento de folhas (DURU e DUCROCQ, 2000a). O crescimento de plantas forrageiras em climas tropicais é retardado em temperaturas abaixo de 16 °C (WHITEMAN, 1980). Para todos os cálculos foi utilizada a somatória calórica expressa em graus-dia (GD) (OMETTO, 1981), considerando 16°C esse critério também limitante para o melhor desenvolvimento da gramínea, como temperatura base ao capim-elefante anão cv. BRS Kurumi. No qual se fez a soma da diferença entre a temperatura média diária e temperatura basal inferior considerado para determinarmos os graus-dia. Durante o período experimental as temperaturas no mês de fevereiro apresentaram uma soma de acúmulo térmico de 137 GDA (graus-dia. acumulado), enquanto no mês de março uma soma de 85 GDA (graus-dia. acumulado). Todos os valores de temperatura mínima, máxima e média diária para os cálculos foram cedidos pela EPAGRI/CIRAM. Os graus-dias acumulado (GDA) foram calculados utilizando a soma térmica das médias acumuladas nos intervalos de avaliações.

O número de folhas vivas por perfilho foi calculado pelo método de Haun (1973) modificado, no qual as unidades de crescimento da planta são subdivididas em frações decimais. As folhas foram classificadas em: Madura intacta senescente (A), Madura desfolhada senescente (C), Expansão intacta viva (E), Expansão desfolhada viva (F), que receberam meia fração (0,5); e Madura intacta viva (B), Madura desfolhada viva (D), que receberam fração inteira (1). O cálculo foi feito através do coeficiente angular da reta de inclinação regressão linear em relação aos graus-dias acumulado, posteriormente o valor foi obtido diante o somatório e considerado o número máximo de folhas vivas do perfilho tanto folhas maduras como folhas em expansão de cada perfilho.

A taxa de senescência das lâminas foliares (TSF) considerando a medição do valor negativo do comprimento da lâmina foliar, resultado da diminuição da porção verde da lâmina foliar, posteriormente a (TSF) foi calculada pelo coeficiente angular da reta de inclinação da regressão linear em relação aos graus-dia acumulado no período de avaliação.

A taxa de alongamento foliar (TAIF) foi calculada pelo coeficiente angular da reta da regressão linear, a inclinação, em relação à soma térmica acumulada durante o período de avaliação. Considerou-se o número médio de folhas expandidas. A mensuração do comprimento das folhas expandidas à campo foi desde a ponta da folha até a lígula visível. No caso de folhas em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém considerou-se a lígula da última folha expandida como referência de mensuração.

O filocrono é um processo termo-dependente que responde imediatamente a qualquer mudança de temperatura (MARTUSCELLO et al., 2006). Ele se define como intervalo de tempo fisiológico necessário para a emissão de folhas consecutivas (KLEPPER et al., 1982; FRANK e BAUER, 1995; HERMES et al., 2001). O uso do conceito de filocrono e do número de folhas vivas/perfilho para determinar os dias de descanso na recuperação da pastagem seria uma técnica promissora na tentativa de reduzir as perdas de forragem durante o pastejo (Teixeira, 1998). Para estimar o valor do filocrono foi utilizado a média do valor final, no qual foi calculado entre os intervalos de cada taxa de aparecimento (TApF) em graus-dia acumulado.

A longevidade das folhas foi calculada em graus-dia, considerando-se a duração de vida das folhas (DVF) desde seu aparecimento até sua morte. A longevidade das folhas (LF) foi obtida pelo produto do número de folhas vivas (NFV) pelo filocrono (em dias e GD).

A porcentagem de folhas em expansão por perfilho foi calculada pelo número de folhas em expansão em relação ao número total de folhas vivas do perfilho. Essa variável indica que a metade das folhas estão em crescimento e outra metade são folhas maduras (tabela 2), para ambos os tratamentos. As folhas em expansão foram aquelas cuja lígula ainda não estava exteriorizada.

A taxa de crescimento por m<sup>2</sup> em graus-dia (GD) foi calculada multiplicando-se a taxa de alongamento foliar total (TalF) pela densidade populacional de perfilhos (DPP) e por um fator de conversão entre massa e comprimento (SOUSA et al., 2013).

A massa de forragem foi determinada colhendo-se três amostras aleatórias por unidade experimental num quadro metálico de 1m<sup>2</sup> (1x1 m) e cortando até a altura meta de resíduo. Após ser coletado, todas as amostras foram secadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso estável. Deste modo foi obtido a massa de forragem em pré-pastejo (kg MS/ha). A média da densidade populacional de perfilhos foi determinada pelo corte de estrutura do verão onde eram contato os perfilhos aéreos e basais contidos das touceiras representativas das condições do dossel no início do estudo em cada unidade experimental com 3 amostras representativa do dossel. Para determinar o índice de área foliar (IAF), outra informação trazida na (tabela 1) juntamente com os componentes morfológicos do pasto, essas, foram coletadas cinco amostras aleatoriamente por unidade aleatoriamente no pré-pastejo e cortadas ao nível do solo, em seguida, foram contabilizados os perfilhos basais e aéreos contidos em cada amostra e, posteriormente, o material foi separado em lâminas foliares, colmo e material senescente/morto. As áreas das lâminas foliares foram medidas utilizando o dispositivo LICOR Model LI-3000A para obter a área foliar da amostra e área foliar por perfilho. Os componentes morfológicos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso estável. Ao relacionar a área foliar média por perfilho com a DPP e a massa seca das lâminas foliares foi obtido o IAF.

## 5.5 Análise estatística

Para permitir comparações entre tratamentos, as variáveis coletadas a campo foram transformadas e analisadas considerando estação quente do ano (verão). Os dados referente as variáveis morfológicas e estruturais foram agrupados e normalizados utilizando o software MINITAB 14, que aplicou a técnica de transformações de Box-Cox e Johnson devido falta de normalidade dos dados. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de LSD-Fischer com nível de significância de 5%, usando o pacote estatístico InfoStat/P versão 2020 (DI RIENZO et al., 2020) para comparação de médias. Nos modelos foram incluídos efeito fixo tratamento, classe e tratamento\*classe, considerando uma única estação do ano (verão). Os dados também foram submetidos a uma análise discriminante no qual as variáveis avaliadas foram: Número de folhas vivas (NFV), Taxa Along. Foliar. cm/GD (TAlF), Taxa de Crescimento foliar. (g/m<sup>2</sup>).GD (TCF), porcentagem de folhas em expansão (%FEmExp), Filocrono GD. folha, Longevidade GD. folha e Taxa Senescência Foliar. cm/GD (TSe).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DE PERFILHOS BASAIS E AÉREOS

Houve efeito de altura na massa de forragem ( $P < 0,002$ ; Tabela 1) sendo o maior valor observado na altura de 80 cm. No entanto, essa diferença não se refletiu na proporção de folhas, colmos ou na densidade populacional total de perfilhos entre os tratamentos durante o verão. O índice de área foliar (IAF) foi menor nos pastos manejados em 50 cm comparados aos pastos manejados com 80 cm ( $P < 0,0323$ ; Tabela 1).

O número de folhas vivas por perfilho não foi afetado entre tratamentos ( $P=0,056$ ; tabela 2), classe de perfilhos ( $P=0,078$ ), nem tampouco pela interação entre tratamento x classe ( $P= 0,1192$ ). Não houve efeito de tratamento para porcentagem de folhas em expansão por perfilho ( $P=0,811$ ), nem para classe ( $P=0,5159$ ) nem para interação tratamento x classe ( $P=0,3906$ ). Também não houve efeito de tratamento ( $P=0,8375$ ), Classe ( $P=0,7367$ ) e interação tratamento x classe ( $P=0,5402$ ) para as taxas de alongamento foliar por perfilho.cm/GD. Foi detectado que pastos de capim-elefante manejados em alturas contrastantes de 50 cm e 80 cm apresentam uma taxa de senescência foliar por perfilho.cm/GD similar sem diferenças significativas ( $P=0,795$ ; tabela 2), nem tampouco entre as classes de perfilhos aéreos e basais ( $P=0,3061$ ) e para interação tratamento x classe ( $P=0,1234$ ).

**Tabela 1-** Massa de forragem em pré-pastejo (kg MS/ha), composição morfológica (%), densidade populacional de perfilhos (perfilhos.m<sup>2</sup>) e índice de área foliar (IAF) em pastos de capim-elefante cv. BRS Kurumi manejados em duas alturas de pastejo.

Variável	Altura em Pré-Pastejo		Média (EPM*)
	50 (cm)	80 (cm)	
Massa de forragem (kg de MS/ha)	3277±372 <sup>b</sup>	6644±137 <sup>a</sup>	
Proporção Folhas (%)	63 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	62
Proporção de colmos (%)	37 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	38
DPP	129±8 <sup>a</sup>	108±10 <sup>a</sup>	122 ±10
IAF	3,4 <sup>b</sup>	4,2 <sup>a</sup>	4,1

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas não são significativamente diferentes entre si. ( $P \geq 0,05$ ).

Fonte: Autor, 2023.

**Tabela 2 -** Atributos morfológicos em perfilhos de pastos de Capim-elefante cv. BRS Kurumi manejados em duas alturas de pastejo

Variável	Altura em Pré-pastejo	
	50 (cm)	80 (cm)
NFV	5,1 ± 0,19 <sup>a</sup>	5,75 ± 0,15 <sup>a</sup>
(% FEmExp)	58,11 ± 1,83 <sup>a</sup>	55,70±2,10 <sup>a</sup>
Taxa Along. foliar. cm/GD	1,26 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,32 ± 0,11 <sup>a</sup>
Taxa Senesc. foliar. cm/GD	-0,42 ± 0,06 <sup>a</sup>	-0,46 ± 0,05 <sup>a</sup>

Valores seguidos pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si.(LSD. Fischer  $P \leq (0,05)$ ).

Autor: Autor, 2023.

Quanto a dinâmica do aparecimento e longevidade das lâminas foliares entre as classes de perfilhos aéreos e basais houve diferença ( $P= 0,0073$ ), sendo que a de perfilhos basais se mostraram mais longevas e com maior filocrono do que os perfilhos aéreos, ou seja, apresentam uma menor taxa de aparecimento ao longo do tempo. Em contrapartida, para as alturas contrastantes de manejo de 50 e 80 cm não houve diferença significativa ( $P= 0,4117$ ) para o filocrono e longevidade ( $P=0,2409$ ). Perfilhos aéreos apresentaram menor longevidade e menor filocrono e maiores taxas de crescimento (tabela 3). Os perfilhos aéreos produziram cerca de duas vezes mais massa seca por unidade de área e tempo do que os perfilhos basais, 0,90g de MS/m<sup>2</sup>.GD e 0,44g de MS/m<sup>2</sup>.GD, respectivamente (tabela 2). Assim, os perfilhos aéreos foram

responsáveis por 67,8% do acúmulo de forragem nos pastos (tabela 3) em comparação com 32,2% vindo do perfilhamento basal.

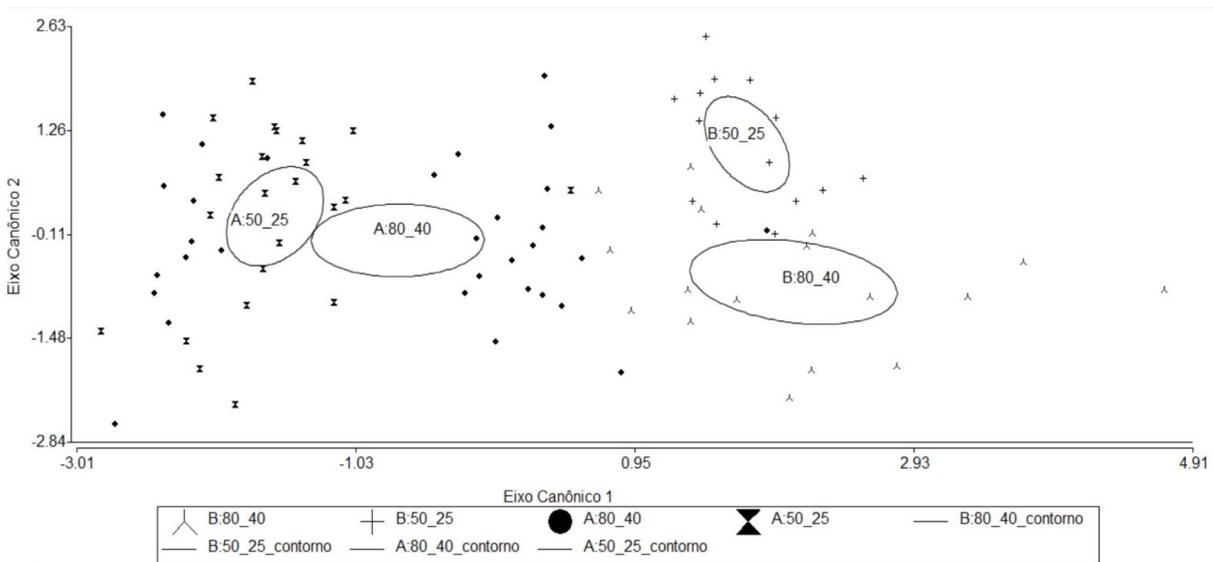
**Tabela 3** - Contribuição de perfilhos aéreos e basais na Dinâmica do acúmulo em pastos de Capim-elefante cv. BRS Kurumi manejados em duas alturas de pastejo

Variável	<u>Aéreo</u>	<u>Basal</u>
Filocrono (graus-dia. folha)	38,82 <sup>b</sup>	51,53 <sup>a</sup>
Longevidade (graus-dia. folha)	211,5 <sup>b</sup>	304,32 <sup>a</sup>
DPP (perfilhos.m <sup>2</sup> )	137,18 <sup>a</sup>	67,76 <sup>b</sup>
Taxa de Cresc.Foliar (g/m <sup>2</sup> ).GD	0,90 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>
% Contribuição para o acúmulo	67,8 <sup>a</sup>	32,2 <sup>b</sup>

As médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si.  
Fonte: Autor, 2023.

As variáveis submetidas a análise discriminante foram Número de folhas vivas (NFV), Taxa Along. Foliar. cm/GD (TAIF), Taxa de Crescimento foliar. (g/m<sup>2</sup>).GD (TCF), porcentagem de folhas em expansão (%FEmExp), Filocrono GD. folha, Longevidade GD. folha e Taxa Senescência Foliar. cm/GD (TSe). Embora saibamos que haja particularidades específicas nos atributos morfogenéticos entre classes dos indivíduos, as respostas mensuradas através da análise discriminante linear entre as alturas contrastantes de (50 e 80 cm) nos mostram que atributos morfogenéticos tanto de perfilhos aéreos e perfilhos basais entre os tratamentos e classes não houve sobreposição dos centroides, porém, vinculam-se a um mesmo quadrante entre tratamentos e específica classe (Figura 5).

**Figura 5-** Análise discriminante linear por tratamento e classe.



Fonte: Autor 2023, InfoStat/P versão 2020.

## 7 DISCUSSÃO

### 7.1 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS

Os atributos morfogênicos de perfilhos aéreos e basais dos pastos de capim-elefante não foram afetados pelas alturas de manejo, independentemente das variações de temperatura e precipitação durante o período avaliado (figura 3). O critério para a definição das alturas de pré-pastejo foi baseado no conceito de Índice de Área Foliar  $IAF_{crítico}$  (95% IL), associado à altura correspondente em pré-pastejo, que vem sendo utilizado para definir as metas de manejo dos pastos (Da Silva e Nascimento Junior, 2007). Nesse ponto é quando o dossel forrageiro intercepta 95% da luz incidente e atinge à máxima taxa de acúmulo líquido de forragem (Brougham, 1956; Barbosa et al., 2007), e considerado o limite superior para interromper a rebrota das pastagens manejadas sob lotação intermitente (Parsons e Penning, 1988), no qual para o capim-elefante cv. BRS Kurumi foi correspondente a altura limite superior definida 80 cm, altura de manejo já recomendado pela EMBRAPA (2012).

Segundo Parsons (1988), o manejo da pastagem é, na sua essência, o compromisso entre a necessidade de se manter área foliar para a fotossíntese e a de se colher grandes quantidades de tecido foliar de alta qualidade antes que esse tecido morra. Além disso, considerou-se a existência de flexibilidade no acúmulo de forragem observada tanto em gramíneas de clima temperado (BIRCHAM e HODGSON, 1983; CARVALHO et al., 2010) quanto em gramíneas tropicais de porte baixo/médio e crescimento cespitoso/estolonífero

(SBRISSIA et al., 2018; GOMES, 2019; MOCELIN et al., 2022), associada a uma severidade leniente de desfolhação de 50%. A amplitude mínima dessa flexibilidade de manejo situa-se na faixa de 65% da altura do dossel, no qual foi correspondente a altura limite inferior de 50 cm.

As características morfogênicas influenciam totalmente na qualidade da luz interceptada sobre o dossel que por sua vez controlam o perfilhamento, principalmente nas porções que estão sujeitas ao sombreamento devido ao desenvolvimento do dossel (DEREGIBUS et al, 1985), onde a distribuição de folhas no perfil é alterada pelo alongamento de colmo (NASCIMENTO JÚNIOR e ADESE, 2004). Esses resultados indicam que o capim-elefante cv. BRS Kurumi tem uma alta plasticidade morfogênica, capaz de se adaptar a diferentes condições de manejo e ambiente.

Os atributos morfológicos que mais diferenciaram os perfilhos aéreos dos basais foram a longevidade e o filocrono das folhas. A longevidade das folhas é definida como a Duração de vida da folha (DVF), que representa o período em que a folha permanece viva no perfilho, sem perda por senescência (Lemaire, 1997). Particularmente, a produção líquida de tecido foliar declina e torna-se zero, quando a taxa de senescência foliar se iguala a crescimento foliar (LEMAIRE, 1997). Uma vez que a taxa de senescência foliar.GD não diferiu entre os tratamentos, os valores de crescimentos foram importantes para essa produção líquida (tabela 3).

Perfilhos basais e aéreos têm papéis distintos na dinâmica de crescimento e acúmulo de forragem do pasto, devido as características morfogênicas e estruturais minuciosamente particulares. Em geral, os perfilhos aéreos são menores e mais numerosos do que os basais, mas têm maior participação na produção de massa seca e área foliar (SANTOS et al., 2010).

Neste estudo, avaliamos como os atributos morfológicos dos perfilhos aéreos e basais influenciam diretamente na contribuição relativa para o acúmulo de biomassa do capim-elefante cv. BRS Kurumi manejado em duas alturas de resíduo pós-pastejo (50 cm e 80 cm) sob lotação intermitente (tabela 2). Em relação a proporção de perfilhos aéreos e basais entre as alturas de manejo ela não foi alterada.

A longevidade das folhas depende do filocrono, que é o intervalo de tempo entre o aparecimento de duas folhas sucessivas no mesmo perfilho, e do NFV, que é o número máximo de folhas vivas por perfilho (Lemaire & Chapman, 1996). Neste estudo, os perfilhos basais apresentaram maior longevidade (304,32 graus-dia. folha<sup>-1</sup>) e maior filocrono (51,53 graus-dia. folha<sup>-1</sup>) do que os perfilhos aéreos com (211,5 graus-dia. folha<sup>-1</sup> e 38,82 GD. folha<sup>-1</sup>), respectivamente, (tabela 3). Esses resultados sugerem que os perfilhos basais têm um ciclo de vida mais longo e precisam de um acúmulo térmico maior para a TApF em relação aos perfilhos aéreos e um ritmo de desenvolvimento mais lento do que os perfilhos aéreos, o que pode estar relacionado à menor disponibilidade de luz e nutrientes nessa classe de perfilhos

devido ao seu ponto de origem. Para a taxa de aparecimento foliar (TApF) não houve diferença entre as alturas de manejo (50 cm e 80 cm) ( $P=0,6938$ ), classe de perfilhos ( $P=0,0733$ ) e interação tratamento x classe ( $P=0,6644$ ). Segundo Gomide e Gomide (2000), durante o desenvolvimento de gramíneas, o número de folhas verdes por perfilho aumenta enquanto não são iniciados os processos de senescência e morte foliar. Dessa maneira, observamos que o número de folhas vivas (NFV), a porcentagem de folhas em expansão (%FEmExp), a taxa de alongamento foliar.cm/GD (TAIF) e a taxa senescência foliar.cm/GD (TSe) foram similares entre os pastos manejados em alturas contrastantes de 50 cm e 80 cm (tabela 2).

## 7.2 CONTRIBUIÇÃO DE PERFILHOS AÉREOS NA DINÂMICA DO ACÚMULO

Em nosso experimento, o cultivar BRS Kurumi manejado em pastejo intermitente, os perfilhos aéreos tiveram uma participação expressiva no acúmulo de MS. Eles apresentaram maior DPP (137,18 perfilhos.m<sup>2</sup>) e maior acúmulo de MS (67,8%) do que os perfilhos basais (67,76) perfilhos.m<sup>2</sup> e 32,2%, respectivamente, tabela 3). Além disso, os perfilhos aéreos podem favorecer a persistência dos perfilhos basais vegetativos após uma desfolhação severa que elimina o meristema apical, pois eles possuem maior proporção de lâmina foliar viva (Santos et al., 2010). Segundo esses autores, a preservação dos perfilhos aéreos pode melhorar a distribuição das folhas no dossel e reduzir a competição por luz, o que possibilitaria maiores taxas de crescimento. Pastos manejados mais altos durante a fase vegetativa e temperaturas quentes comparado a pastos manejado mais baixos, favorece a contribuição do perfilhamento aéreo. Comparando com pastos manejados mais baixos, a maioria dos perfilhos passa a ter menor tamanho. Conseqüentemente, essas mudanças na morfologia do capim confere a planta a ter uma menor possibilidade de desfolhação intensa, constituindo mecanismo de adaptação ao pastejo denominado de plasticidade fenotípica (LEMAIRE, 2001).

O capim-elefante é uma gramínea que produz dois tipos de perfilhos: basais e aéreos. Os perfilhos aéreos são originados dos nós inferiores dos colmos dos perfilhos basais e apresentam um pseudocolmo curto e uma maior proporção de lâmina foliar (Santos et al., 2010). Essa característica confere aos perfilhos aéreos uma maior capacidade de adaptação ao pastejo, pois eles são menos susceptíveis à desfolhação intensa que elimina o meristema apical dos perfilhos basais. No entanto, Pereira et al. (2018) observaram que o manejo que favorece a produção de perfilhos aéreos não aumenta o crescimento foliar nem reduz o crescimento do caule do capim-elefante. Por outro lado, Hillesheim e Corsi (1990) sugeriram que os perfilhos aéreos teriam menor tendência ao alongamento do caule, o que poderia aumentar o acúmulo de folhas e a produção de forragem do capim-elefante.

O crescimento das folhas do capim-elefante é afetado pelo comprimento e pela taxa de alongamento das bainhas. Duru e Ducrocq (2000) verificaram que as folhas se tornam mais longas e surgem mais lentamente à medida que o pasto se desenvolve após uma rebrota. Isso significa que o crescimento da lâmina no nível do perfilho é praticamente constante. Miglietta (1991) constatou que o intervalo entre o aparecimento de novas folhas é determinado principalmente pelo comprimento do tubo da bainha por onde elas emergem. Além disso, Pearse e Wilman (1984) mostraram que cerca de metade do crescimento da lâmina ocorre dentro da bainha, antes da expansão completa da folha.

O perfilhamento aéreo pode incrementar taxas fotossinteticamente ativa no perfilho basal. Além disso, o aparecimento do perfilho aéreo resulta em melhor distribuição das lâminas foliares ao longo do horizonte no dossel forrageiro e, por conseguinte, pré-dispõe uma melhor distribuição e menor competição pela luz, o que permitiria taxas de crescimento e de acúmulos mais altas como encontrado em nossos resultados. Isso foi observado em nosso experimento, onde os perfilhos aéreos apresentaram maior taxa de crescimento foliar em detrimento a uma maior renovação de tecidos devido o perfilho apresentar uma estrutura menor, com uma taxa de crescimento de (0,90 g/m<sup>2</sup>.GD) tendo uma recuperação mais rápida e alta participação na contribuição do acúmulo de MS, em comparação aos perfilhos basais que apresentam maior estrutura e uma recuperação mais lenta após sua desfolhação com uma taxa de crescimento menor de (0,44 g/m<sup>2</sup>.GD) .

## **8 CONCLUSÃO**

Perfilhos aéreos determinam uma maior contribuição na dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastos de Capim-elefante anão cv. BRS Kurumi, basicamente porque são em maior número, independente da altura de manejo.

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, P.B., ALCANTARA, V.B.G., ALMEIDA, J.E. Estudo de vinte e cinco prováveis variedades de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* shum.). **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.37, n.2, 1980, p.279–302.
- ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes e diferentes doses de nitrogênio** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; DA SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidades e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.
- NASCIMENTO JUNIOR, D.; ADESE, L. Acúmulo de Biomassa na Pastagem. In: **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**, 2, 2004, Viçosa. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. v. 1, p. 289-346.
- BARRETO, G. P.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. **Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) submetidos ao estresse hídrico. 1. Parâmetros Morfológicos.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, n. 1, p. 1-6, 2001.
- Bircham, J. S., Hodgson, J. 1983. **The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management.** Grass and Forage Sci., 38 (4): 323–331.
- BRISKE, D. D. **Developmental Morphology and Physiology of Grasses.** In: HEITSCHMIDT, R. K.; J. W. STUTH (Eds.). Grazing Management and Ecological Perspective. [s.l.] Portland: Timber Press, 1991. p. 85–108
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: BRUNKEN, J.N. **A systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Gramineae).** American Journal of Botany, v.64, p.161-176, 1977.\
- ROUGHAM, R.W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 6, p. 804-812, 1955.
- BROUGHAM, R.M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.7, n.5, p.377-387, 1956.
- BUXTON, D.R., FALES, S.L. 1994. **Plant environment and quality.** In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy. p.155-199.

Carnevalli RA, Da Silva SC, Bueno AAO et al. (2006) **Herbage production and grazing losses in Panicum maximum cv. Mombaca under four grazing management**. Trop Grassl 40: 165–176.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CARVALHO, C. A. B de. et al. Classes de perfilhos na composição do índice de área foliar em pastos de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p. 557-563, 2007.

CARVALHO, M.M., MOZZER, O.L., ENRICH, E.L., CONTIJO, V.P.M. Competição de variedades de híbridos de Capim elefante (*Pennisetum purpureum*) em um solo Hidromórfico de Sete Lagoas, Minas Gerais. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.7, p.39–45, 1972.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. **Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation**. In: BAKER, M. J. (Ed.) Grasslands for Our World. SIR Publishing, Wellington, p.55-64, 1993.

COELHO, E.M.; GOMES, M.A.; HERLING, V.R. et al. Sobrevivência e eliminação de meristemas apicais de perfilhos remanescentes do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob pastejo. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 37., 2000, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD-ROM).

CORSI, M. A. Manejo de capim-elefante sob pastejo. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.de; FARIA, V.P.de (editores). **Manejo do capim-elefante**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 143-167.

CURLL, M.L.; WILKINS, R.J.; SNAYDON, R.W.; SHANMUGALINGAM, V.S. The effects of stocking rate and nitrogen fertiliser on a perennial rygrass-white clover sward, 1 – Sward and shep performance. **Grass and Forage Science**, v.40, p.129-140, 1985.

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: **Simpósio sobre ecossistemas de pastagens**, 3. ed., Jaboticabal, 1997. Anais... Jaboticabal: Funep, 1997. p. 1-12.

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

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Sistema Intensivo de Produção de Pastagens. In: **II Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal (II CLANA)**. Manejo e Nutrição de Ruminantes. Palestra Técnica. Realização: CBNA - AMENA - 10 a 13 de abril de 2006 – São Paulo, SP.

DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A. et al. (Eds.) Sward measurement handbook. London, **British Grassland Society**, 1993. p.183-216. de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 38, p. 881 – 887, 2003.

DAVIES, A. Structure of the grass swards. International meeting on animal production from temperate grassland, Dublin, 1977, **Proceedings**, 1977.p.36-44.

DEREGIBUS, V. A., et al. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, v.22, p.199-206, 1985.

DONAGHY, D.J.; FULKERSON, W.J. The importance of watersoluble carbohydrate reserves on regrowth and root growth of *Lolium perenne*. **Grass and Forage Science**, v.52, p.401-407, 1997.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and Senescence of the Successive Grass Leaves on a Tiller. Ontogenic Development and Effect of Temperature. **Annals of Botany**, v. 85, n. 5, p. 635–643, 2000.

**EPAGRI/CIRAM**. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/>. Acesso em: 10 out. 2022.

FAGUNDES, J. L. **Características morfogênicas e estruturais do pasto de *Brachiaria decumbens* Stapf. Adubado com nitrogênio**. 2004. 88 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2004.

**FAO**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 14 abr. 2023.

Ferraria R., (1978) The Effect of Photoperiod and Temperature on the First Crop and Ratoon Growth of *Pennisetum purpureum* Schum. Aust. J. Agvic. Res., 1978, 29, 941-50.

FONSECA, D. M., MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**, 2. ed., Viçosa(MG): ed. UFV. 2021. 537. PA/AG:2022.

FRANK, A.B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley and forage grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.19-23, 1995.

FULKERSON, W.J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, v.50, p.16-20, 1995.

GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 172 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, 2007.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.341-348, 2000.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.554-579, 2006.

Gomide, J.A. 1997 Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. Simpósio Internacional sobre produção animal em pastejo. UFV, 411-430

HAUN, J.R **Visual Quantification of Wheat Development**, January, 1973.

HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.) Grazing management: an ecological Hillesheim A, Corsi M (1990) Elephant grass under grazing II. Factors affecting dry matter losses and utilization. **Pesqui Agropecu Bras**, v. 25, p. 1233–1246.

HODGSON, J. Herbage production and utilization. In: HODGSON, J. (Ed.). **Grazing Management: science into practice**. New York: J. Wiley, p. 38-54. 1990.

KLEPPER, B. et al. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, v.74, n.4, p.789-792, 1982.

LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. London. 1972. 60p (Studies in Biology, 34).

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-37.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: GOMIDE, J.A., MATTOS, W.R.S., Da SILVA, S.C. (Eds.) **International Grassland Congress**, 19, São Pedro, 2001. Proceedings... São Pedro:FEALQ, 2001, p.29-37.

LEMAIRE, G., HERBERT, Y., CHARRIER, X. Nitrogen uptake capacities of maize and sorghum crops in different nitrogen and water supply conditions. **Agronomy**, v.16, p.231-246, 1997.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: Cab International, 1996. p.3-36.

LEMAIRE, G; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, G. et al. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford, UK: CAB, 2000. 422 p, p. 265-287.

LIRA, M. A. et al. **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, 2010. p. 113-144.

LOPES A.B.; O capim Elefante. **Seminário ZOO 645** (Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes) , Viçosa, MG: 2004, 56p.

NEUTEBOMM, J.H.; LATINGA, E.A.; SCHLEPERS, H.; t'MANNETJE, L. Sward characteristics of a diploid and tetraploid cultivar of perennial *L. perenne* as measured by different sampling techniques. In: **International grasslands congress**, New Zealand and Australia, 1993. Proceedings. P.362-363

MARTUSCELLO, J.A.; et. al. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

MARTUSCELLO, J.A.; GOMES, R.A.; CUNHA, D.N.F.V. et al. Acúmulo de biomassa e uso do nitrogênio em plantas de *Pennisetum purpureum* (Schum.) cv. Mineiro, supridas com formas orgânicas de nitrogênio. In: **Congresso brasileiro de fisiologia vegetal**, v. 8, 2001, Ilhéus. Anais... Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2001. CD-ROM

MATTHEW, C. et al. Tiller Dynamics of Grazed Swards. In: LEMAIRES, G. et al. **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford, UK: CAB, 2000. 422 p, p. 127-150.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NEBINGER, C. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. cap. 7, p.127-150.

MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R.; HERNANDEZGARAY, A. A modified self-thinning equation to describe size/ density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.76, p.579-587, 1995

Miglietta F. 1991. Simulation of wheat ontogenesis. I. Appearance of mean stem leaves in reld. **Climate Research**, p.145-150.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 5 jun. 2023.

Mocelin, N.G., Schmitt, D., Zanini, G.D., Camacho, P. 2022. Grazing Management Targets for Tangolagrass Pastures. **Agriculture**, v.12, p.279.

Pearse PJ, Wilman D. 1984. Effects on applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in relds swards. **Journal of Agricultural Science**, v.103, p. 405-413.

OMETTO, J.C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Ed. **Agronômica Ceres**, 1981. 440 p.

PACIULLO, D. S. C. et al. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem, 2003. PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 38., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ, 2001. p.772- 807.

PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 15-27, 1988.

Pereira LET, Paiva AJ, Geremia EV, da Silva SC (2018) Contribution of basal and aerial tillers to sward growth in intermittently stocked elephant grass. **Grassland Science** 64, 108–117.

PEREIRA, A. V. Escolha de variedades de capim-elefante. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.de; FARIA, V.P.de (editores). **Manejo do capim-elefante**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 47-62.

PEREIRA, A. V.; AUAD, A. M.; BRIGHENTI, A. M.; MITTELMANN, A.; GOMIDE, C. A. de M.; MARTINS, C. E.; PACIULLO, D. S. C.; LEDO, F. J. da S.; OLIVEIRA, J. S. e; LEITE, J. L. B.; MACHADO, J. C.; MATOS, L. L. de; MORENZ, M. J. F.; ANDRADE, P. J. M.; BENDER, S. E.; ROCHA, W. S. D. da. **BRS Capiaçú e BRS Kurumi: cultivo e uso**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 115 p.

PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.S.; MACHADO, J. C. BRS Kurumi and BRS Capiaçú-New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, n.1, p.59-62, 2017. Portland: Timber Press, 1991. p. 85-108.

ROBERT, T.; KHALFALLAH, N.; MARTEL, E. et al. Pennisetum. In: Kole C. (eds) **Wild crop relatives: genomic and breeding resources**. Springer: Berlin, Heidelberg, 2011. p.217-255.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; SILVA, S. P.; PIMENTEL, R. M. Morfologia de perfilhos basais e aéreos em pasto de *Brachiaria decumbens* manejado em lotação contínua. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 9, p. 1-13. 2010.

SANTOS, N. L. **Avaliação do capim-tanzânia manejado com Diferentes IAF residuais sob lotação Rotacionada por cabras bôer x saanen.** Dissertação de mestrado em Zootecnia. 2009. 89 p. Dissertation (M. Sc. in Animal Sciences: Concentration area in Forage Crops) - São Paulo State University "Julio de Mesquita Filho", Faculty of Agriculture and Veterinary Sciences, Jaboticabal, 2009.

SBRISSIA, A. F. et al. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**, v. 58, n. 2, p. 945–954, 2018.

Sbrissia, A.F., Da Silva, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 38, Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba : SBZ, p.731- 754 , 2001.

CARVALHO, C.A.B. de; SILVA, S.C. da; SBRISSIA, A.F. et al. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim ‘tifton 85’ sob pastejo. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2000

SILVA, S.C. da.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do ; EUCLIDES, V. B. P. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo.** Viçosa, MG: Suprema, 2008. 115 p.

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

SOUSA, B.M.D.L.; Júnior, D.D.N.; Monteiro, H.C.D.F.; Da Silva, S.C.; Vilela, H.H.; Da Silveira, M.C.T.; Rodrigues, C.S.; Sbrissia, A.F. **Dynamics of forage accumulation in Elephant grass subjected to rotational grazing intensities.** *Rev. Bras. Zootec.* 2013, 42, 629–638.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 954p.

TEIXEIRA, E.I. **Avaliação de características morfofisiológicas e nutricionais do capim Tobiata (Panicum maximum cv. Tobiata) sob sistema de pastejo rotacionado.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand Pasture and Crop Science.** Auckland: Oxford University Press, 1999, p. 11-27.

VEIGA, J.B.; MOTT, G.O.; RODRIGUES, L.R.A.; OCUMPAUGH, W.R. Capim-elefante anão sob pastejo I. Produção de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.929-936, 1985.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, Oxford,. (N.S.) v. 11, p. 41-76. 1947.