UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BRUNA SCALIA DE ARAÚJO PASSOS

**Morfogênese, estrutura do dossel e acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria
decumbens* em função de regimes de fertilização e severidades de desfolha**

Pirassununga - SP

2018

BRUNA SCALIA DE ARAÚJO PASSOS

Morfogênese, estrutura do dossel e acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* em função de regimes de fertilização e severidades de desfolha

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos a obtenção do título de Mestre em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lilian Elgalise Techio Pereira

Pirassununga - SP

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S289m Scalia de Araújo Passos, Bruna
 Morfogênese, estrutura do dossel e acúmulo de
forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* em função
de regimes de fertilização e severidade de desfolha
/ Bruna Scalia de Araújo Passos ; orientador Lilian
Elgalise Techio Pereira. -- Pirassununga, 2018.
80 f.

 Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

 1. Adubação. 2. Fertilidade do solo. 3. Manejo da
pastagem. 4. Morfofisiologia. I. Elgalise Techio
Pereira, Lilian, orient. II. Título.

BRUNA SCALIA DE ARAÚJO PASSOS

Morfogênese, estrutura do dossel e acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* em função de regimes de fertilização e severidades de desfolha

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos a obtenção do título de Mestre em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lilian Elgalise Techio Pereira

Data da defesa: _____

Data da aprovação: _____

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Lilian Elgalise Techio Pereira
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP/FZEA – Orientadora.

Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. Emerson Alexandrino
Universidade Federal do Tocantins, UFT/Araguaína

Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP/FZEA

Prof. Dr. Manoel Eduardo Rozalino Santos
Universidade Federal de Uberlândia –UFU/Uberlândia

Dedicatória

Aos meus pais que acreditam no meu potencial.

Agradecimentos

Aos meus professores de graduação da FAZU (Faculdades Associadas de Uberaba) pelo incentivo e o ensinamento do curso de zootecnia.

Ao meu pai Roberto Passos pelo incentivo de seguir em frente sempre, a minha mãe Vânia Maria pela ajuda nas correções e emocional, a minha irmã Maria Beatriz pelos conselhos, a minha avó Rita Consuelo pela ajuda nas correções, ao meu esposo Lucas Castro por estar sempre ao meu lado me apoiando e aguentando meus estresses, as minhas amigas (espalhadas pelo Brasil) pela amizade distante ou de perto e, por fim, ao meu irmão Roberto Scália (in memória) por nos ensinar a acreditar e nunca desistir dos nossos sonhos.

À todas as pessoas (colegas, funcionários, estagiários...) que participaram de alguma forma para que este trabalho fosse executado e finalizado, principalmente a equipe de campo e ao professor Valdo Herling, meu muito obrigada.

À minha orientadora Lílian Elgalise Techio Pereira por todo esforço e paciência para que essa dissertação tivesse início, meio e fim.

E, ao campus de Pirassununga (USP/FZEA), pela oportunidade em ingressar ao programa de Pós-Graduação da zootecnia.

Muito obrigada a todos!!

“ A terra não deve ser vista nem como um ecossistema a ser preservado inalterado nem como um canteiro para ser explorado por razões egoístas e econômicas de curto prazo, mas como um jardim a ser cultivado para o desenvolvimento das próprias potencialidades da aventura humana”

Bacteriologista René Dubois (1901-1982)

RESUMO

PASSOS, B. S de A. **Morfogênese, estrutura do dossel e acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em função de regimes de fertilização e severidades de desfolhação.** 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

A *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk), muito utilizada na pecuária brasileira, demanda de maiores informações acerca de suas características de crescimento, plasticidade morfológica e mecanismos de ajuste. Portanto, os objetivos do presente trabalho são (i) determinar quais respostas são desencadeadas pelo indivíduo e pela comunidade vegetal como forma de adaptação às combinações entre regimes de fertilização e severidades de desfolhação, assim como (ii) identificar e estabelecer metas de manejo para a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) sob regimes de desfolhação. O experimento foi realizado Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, USP/FZEA, de outubro de 2016 a março de 2017, compreendendo as estações de final de primavera e verão. Os tratamentos corresponderam a três regimes de fertilização, caracterizados por distintos níveis de calagem e adubação com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), a fim de elevar a saturação de base (V%) e o conteúdo de nutrientes a: Fert.1= V% de 35 + 1% K/CTC + 9 mg/dm³ de P no solo + 40 kg de N/ha por ano; Fert.2= V% de 50 + 2% K/CTC + 12 mg/dm³ de P no solo + 60 kg de N/ha por ano; e Fert.3= V% de 65 + 3% K/CTC + 15 mg/dm³ de P no solo + 80 kg de N/ha por ano e duas severidades de corte (resíduo de 15 e 10 cm). Os tratamentos foram organizados em um arranjo fatorial 3 x 2 e distribuídos em um delineamento em blocos completos casualizados com três repetições (piquetes de 80 m²). As variáveis avaliadas foram: taxa de alongamento de folha e colmo; taxa de senescência de folha; taxa de aparecimento de folhas; número de folhas vivas, emergentes, expandidas e em senescência; tamanho médio da folha e do colmo; densidade populacional de perfilho; peso médio do perfilho; massa de forragem; índice de área foliar; massa de folha, colmo e material morto; duração da rebrotação; acúmulo e produção total de forragem. Foi possível observar que as respostas desencadeadas pelo indivíduo e pela comunidade vegetal como forma de adaptação sofreram pouca influência do regime de fertilização e severidade de corte. Assim não foi estabelecida uma meta de manejo para o capim-braquiária de acordo com as condições de fertilidade de solo, porém houve resposta positiva quanto a época do ano.

Palavras-chave: Adubação; Fertilidade do solo; Manejo da pastagem; Morfofisiologia

ABSTRACT

PASSOS, B. S de A. **Morphogenetic traits, sward structure and herbage accumulation of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk pastures in response to fertilization regimes and severities of defoliation.** 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

The *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. d. Webster cv. Basilisk), widely used in Brazilian cattle business, demand for more information about its features, morphological plasticity and adjustment mechanisms. Therefore, the objectives of this study are (i) determine which responses are triggered by the individual and by the plant community as a way of adaptation to combinations of fertilization regimes and severities of defoliation treatment, as well as (ii) identify and establish management goals for the *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. d. Webster cv. Basilisk) under defoliation treatment schemes. The experiment was accomplished Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, USP/FZEA, October 2016 to March 2017, comprising the stations of late spring and summer. The treatments were the three fertility regimes, characterized by different levels of liming and fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), in order to raise the base saturation (V%) and the content of nutrients: Fert. 1 = V% of 35 + 1% K/CTC + 9 mg/dm³ of P in soil + 40 kg N/ha per year; Fert. 2 = V% of 50 + 2% K/CTC + 12 mg/dm³ of P in soil + 60 kg N/ha per year; and Fert. 3 = V% of 65 + 3% K/CTC + 15 mg/dm³ of P in soil + 80 kg N/ha per year and two severities (residue of 15 and 10 cm). Treatments were arranged in a 3 x 2 factorial arrangement and distributed in a randomized complete block design with three replications (80 m² pickets). The variables evaluated were: leaf elongation rate and thatched roofs; rate of leaf senescence; rate of leaf appearance; number of living leaves, emerging, expanded and senescence; average size of the leaf and culm; population density of tiller; average tiller weight; forage mass; leaf area index; mass of leaf, stem and dead material; duration of coppicing; accumulation and total production of fodder. It was possible to observe that the responses triggered by the individual and by the plant community as a way of adapting suffered little influence of the system of fertilization and severity. So not been established a goal of handling the grass grass according to the conditions of soil fertility, however there was positive response as the time of year.

Keywords: Fertilization; Morfofisiologia; Pasture management; Soil fertility

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1 Importância da fertilidade do solo em sistemas de pastagens	11
2.2 A <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk (syn. <i>Urochloa decumbens</i> Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk)	14
2.3 Respostas adaptativas da <i>Brachiaria decumbens</i> (syn. <i>Urochloa decumbens</i>) a regimes de fertilização e de manejo.....	15
2.4 Hipóteses	19
2.5 Objetivos	20
2.6 Referências.....	20
3. MORFOGÊNESE E DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS EM PASTOS DE <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk (syn. <i>Urochloa decumbens</i> Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) SUBMETIDOS A REGIME DE FERTILIZAÇÃO E SEVERIDADE DE DESFOLHAÇÃO	25
3.1 Introdução.....	26
3.2 Material e métodos	28
3.3 Resultados	38
3.4 Discussão	47
3.5 Conclusões.....	51
3.6 Referências.....	52
4. METAS DE ALTURA PARA O MANEJO DA <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk (syn. <i>Urochloa decumbens</i> Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) DE ACORDO COM REGIMES DE FERTILIZAÇÃO E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO.....	54
4.1 Introdução.....	55
4.2 Material e Métodos.....	57
4.3 Resultados	66
4.4 Discussão	70
4.5 Conclusões.....	74
4.6 Referências.....	74
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
6. APÊNDICE	78

1. INTRODUÇÃO

A maior parte das pastagens brasileiras estão estabelecidas em solos tropicais, naturalmente ácidos e com baixas reservas de nutrientes e que fornecem condições inadequadas de fertilidade do solo para manter a produtividade da planta forrageira. No entanto, há gramíneas tropicais que conseguem sobreviver e produzir razoavelmente nesses ambientes de escassez de recursos naturais, como a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) encontrada em várias regiões do Brasil.

Essa espécie consegue adaptar-se a esses ambientes por meio de ajustes em estrutura e morfologia. Mesmo que os processos morfogênicos sejam definidos pelo DNA, eles podem sofrer variações, influenciados pelo ambiente, como o clima, solo (fertilidade, textura, entre outros atributos) e o manejo da pastagem. Dessa forma a gramínea é capaz de expressar sua capacidade de adaptação às condições do meio pela plasticidade fenotípica.

Mesmo sendo utilizada há anos na pecuária brasileira e com muitas pesquisas avaliando medidas de controle de pragas (susceptível à cigarrinha da pastagem) e doenças, maiores informações acerca de suas características de crescimento, plasticidade morfológica e mecanismos de ajuste em componentes do fluxo de tecidos foliares ou em componentes da população de plantas são escassas. O conhecimento destes atributos da espécie pode auxiliar no estabelecimento de metas de manejo compatíveis com os limites de tolerância da planta à desfolhação para as diversas condições de fertilidade de solo, que possa estar submetida.

Dessa forma, a compreensão dos mecanismos de adaptação às condições de solo e desfolhação vigente é essencial para estabelecer metas de manejo, que sejam compatíveis com a amplitude de resistência e tolerância das plantas forrageira à desfolhação. E, também, se faz necessário buscar estudos em condições de campo para ampliar o conhecimento acerca dos mecanismos de ajuste de gramíneas forrageiras tropicais em resposta a distintas fertilidades do solo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Importância da fertilidade do solo em sistemas de pastagens

O processo de formação do solo envolve a ação do intemperismo do material de origem, em uma dinâmica interativa que é influenciada pela topografia, fatores climáticos, ação de microrganismos e o tempo de atuação desses fatores, cujo resultante é um ambiente com condições adequadas para a ciclagem de nutrientes, produção e decomposição de biomassa (LOPES; GUILHERME, 2007; RAIJ, 2011). Desta forma, o solo torna-se o local natural para suporte e crescimento das raízes, além de receber, reter e suprir água e nutrientes para os seres vivos que o usam como habitat, e consiste em ambiente onde ocorrem as trocas gasosas com a atmosfera (GOEDERT; OLIVEIRA, 2007).

A capacidade do solo em exercer suas funções na plenitude define o conceito de qualidade do solo, o qual está intrinsecamente ligado à sustentabilidade agrícola (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). Diante disto, qualquer atividade agrícola ou pecuária deve ser concebida com vistas a propiciar e garantir a qualidade do solo. Em sistemas de pastagens, um solo de qualidade possui equilíbrio entre características físicas, químicas e biológicas, onde nutrientes essenciais estão prontamente acessíveis e em quantidades suficientes para sustentar o crescimento da planta e assegurar a persistência da comunidade vegetal (LOPES; GUILHERME, 2007; RONQUIM, 2010).

Contradizendo a condição ideal, os solos tropicais brasileiros possuem caráter naturalmente ácido, elevadas concentrações de alumínio, dado seu material de origem (TIRITAN *et al.*, 2016), alto poder de fixação de fósforo (P), além de apresentarem baixas concentrações de nutrientes essenciais ao crescimento vegetal (incluindo cálcio (Ca) e magnésio (Mg)). Portanto, a ausência de adoção de práticas corretivas e adubação de reposição e manutenção resulta em condições inadequadas de fertilidade do solo para manter a produtividade de uma gramínea tropical (SOARES FILHO *et al.*, 2014), mesmo para aquelas espécies consideradas de baixa exigência por nutrientes. Esse cenário, característico da pecuária extrativista, e ainda amplamente predominante em sistemas de pastagens no País, conduz à queda gradual na produção de forragem e, conseqüentemente, à redução na capacidade de suporte da pastagem. Esta situação é agravada pela ausência ou deficiências de manejo e falta de ajuste nas taxas de lotação, resultando em elevada frequência de áreas mantidas em

condições de superpastejo (FIDALSKI *et al.*, 2008), conduzindo à degradação da comunidade vegetal e do solo.

Todavia, essas consequências do manejo inadequado podem ser evitadas, já que a fertilidade do solo pode ser facilmente modificada por meio do monitoramento das características químicas do solo. A adoção de práticas corretivas (calagem) e a adubação (macro e micronutrientes) do solo, associada à escolha e manejo correto da planta forrageira, permite a manutenção do equilíbrio nos componentes solo-planta e suas interações, sendo ferramentas essenciais ao estabelecimento de sistemas de pastagens sustentáveis e produtivos (SOARES FILHO *et al.*, 2014).

A prática de correção mais utilizada para resolver os problemas relacionados à acidez é a calagem, uma vez que o fornecimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) neutraliza o alumínio e o manganês potencialmente tóxicos e, conseqüentemente, eleva a disponibilidade dos outros nutrientes. Benefícios adicionais da calagem também incluem o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), que reduz a lixiviação de bases, aumenta a saturação de bases do solo e melhora a estrutura do solo, fatores estes que favorecem o crescimento do sistema radicular das plantas (BRIEDIS *et al.*, 2012; RONQUIM, 2010; VITTI; LUZ, 2004; SOUSA *et al.*, 2007).

No estado de São Paulo, a necessidade de calagem e as quantidades de calcário a serem aplicadas são determinadas pelo método que visa à elevação da saturação por bases (V%) do solo (RAIJ *et al.*, 1997) até valores considerados ideais para as exigências da espécie utilizada, assumindo uma relação direta entre o V% e o pH do solo (SANTOS *et al.*, 2010). Adicionalmente, o V% é um dos parâmetros químicos do solo utilizado para classificar as plantas quanto a suas exigências em fertilidade, considerando, portanto, a necessidade de nutrientes da planta (SOARES FILHO *et al.*, 2014; XAVIER, 2014).

Todavia, para que uma pastagem possa manter sua persistência e boa cobertura do solo, além da correção da acidez, há necessidade de suprimento de outros nutrientes, principalmente nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P), bem como micronutrientes, por meio da adubação. Este fornecimento promove o aumento de elementos prontamente disponíveis para a planta e maior reciclagem no ecossistema pastagem (HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014), uma vez que cada nutriente atua de forma específica no crescimento e desenvolvimento da planta forrageira; portanto, é necessário compreender um pouco mais sobre a função desses três macronutrientes principais.

A princípio, o N participa diretamente da formação e do crescimento de novas folhas e perfilhos, influenciando diretamente a velocidade de expansão da área foliar, sendo essencial ao processo de rebrotação do pasto (SILVA *et al.*, 2013; HEINRICHS; SOARES FILHO,

2014). O P está vinculado a processos fisiológicos na planta, ao crescimento radicular, ao tamanho do perfilho e ao processo de perfilhamento, de forma a aumentar ou diminuir a persistência do pastejo (MONTEIRO, 2010; HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014). O K atua na modulação da síntese de proteínas, alterando, ativando ou inibindo a atividade enzimática (FREIRE *et al.*, 2012) e, assim, influenciando as taxas fotossintéticas. Além disto, o K está envolvido nos processos de translocação de carboidratos, controle da abertura e fechamento de estômatos, na formação da estrutura da planta, além de controlar a temperatura interna e osmorregulação da planta (MONTEIRO, 2010; HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014; FREIRE *et al.*, 2012). Importante ressaltar que todos os nutrientes trabalham em equilíbrio dentro da planta, de forma que a falta de um elemento pode causar prejuízos à produção e persistência da gramínea.

Entretanto, enquanto é relativamente bem estabelecida e reconhecida a importância da correção do solo e reposição de nutrientes via adubação para o grupo de espécies forrageiras consideradas exigentes em fertilidade do solo e, até mesmo àquelas classificadas como moderadamente exigentes, menor atenção à adoção destas práticas, como estratégia de manutenção da estabilidade produtiva, tem sido dada ao grupo de espécies consideradas de baixa exigência, entre as quais estão *Setaria anceps*, *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora*, *Paspalum notatum*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria decumbens* (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) e *Brachiaria dictyoneura* (WERNER *et al.*, 1996; SANTOS *et al.*, 2010; BARCELLOS *et al.*, 2011).

Essas espécies têm sido recomendadas para solos de baixa fertilidade e predominam em sistemas de produção extensivos (SANTOS *et al.*, 2010), os quais são erroneamente conduzidos sem o aporte mínimo de nutrientes via adubação, devido à falsa concepção de que a ciclagem de nutrientes provenientes das excretas dos animais e da decomposição de resíduos vegetais acumulados na superfície seriam suficientes para manutenção da fertilidade do solo. Barcellos *et al.* (2011) esclarecem que, apesar deste grupo requerer a elevação da V% para apenas cerca de 40%, em pastagens de *Brachiaria decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*), a calagem deve ser realizada periodicamente como fonte de Ca e Mg, e não apenas como corretivo da acidez ou da saturação de Al, devido à elevada absorção desses nutrientes pela planta. Assim, os níveis críticos destes nutrientes no solo são mais elevados, comparativamente a outras espécies do gênero ou do grupo de espécies de baixa exigência em fertilidade.

Com relação ao P, de forma geral, as espécies do gênero *Brachiaria*, particularmente a *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*), demonstram baixos requerimentos internos, devido à elevada eficiência de uso deste elemento para manutenção do metabolismo ativo e do

crescimento, e elevada velocidade de ciclagem interna do nutriente em condições de deficiência (WATANABE *et al.*, 2011). Apesar disso, Barcellos *et al.* (2011) alertaram que em razão da deficiência generalizada em P disponível nos solos brasileiros, mesmo espécies consideradas menos exigentes em P, um mínimo de adubação fosfatada é requerido para o adequado estabelecimento e manutenção de persistência. Com relação à adubação nitrogenada e potássica, a literatura descreve que quanto maior a eficiência de colheita da forragem ou a produtividade, maiores são os requerimentos de N e K. Em pastos de *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*), têm sido reportadas respostas positivas em produção de forragem até doses de 300 kg/ha de N (FAGUNDES *et al.*, 2005). Todavia, conforme observado por Fagundes *et al.* (2005) e destacado por Barcellos *et al.* (2011), maiores doses de N induzem ao rápido crescimento da *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*), o que requer a adoção de pastejos frequentes sob lotação intermitente ou a adoção de menores alturas de manejo sob lotação contínua (20 cm), sob pena de queda no valor nutritivo devido ao maior acúmulo de colmos (PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017; PEREIRA *et al.*, 2018), se esses ajustes de manejo não são realizados.

2.2 A *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk)

O gênero *Brachiaria* é bastante disseminado no mundo, podendo ser encontrado na Oceania e nos continentes americanos, asiáticos e africano, sendo este último a origem da maioria das quase 100 espécies existentes, tornando possível o crescimento e desenvolvimento em regiões tropicais e subtropicais (KELLER-GREIN *et al.*, 1996). Em 1952 esse gênero foi introduzido no Brasil, no entanto, na primeira tentativa não foram obtidos bons resultados. A introdução da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk), registrada no Brasil por BRA-001058 (KARIA; DUARTE; DE ARAÚJO, 2006), ocorreu na década de 1960, expandindo-se rapidamente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste dado sua adaptabilidade às condições de solos ácidos predominantes nessas regiões (WERNER *et al.*, 1996; PORTELA, 2010).

Por ser originária de regiões da África com condições edafoclimáticas similares ao do Brasil, esse gênero tornou-se popularmente conhecido por produzir boa massa de forragem em praticamente todo o território nacional, mesmo em condições desfavoráveis ao desenvolvimento de outras espécies forrageiras. O capim-braquiária, nome comum entre os

pecuaristas, consiste em uma importante opção para os sistemas de pastagens brasileiros. A espécie destaca-se devido a sua capacidade em suportar curtos eventos de restrição hídrica (GUENNI; MARÍN; BARUCH, 2002), manter-se produtiva em condições de solos ácidos e de baixa fertilidade natural, além de ser considerada tolerante a altos níveis de saturação por alumínio (WERNER et al., 1996). Salienta-se, ainda, que a gramínea consegue manter ou até mesmo aumentar a produção de forragem sob condições de sombreamento moderado (LOPES et al., 2017).

Aroeira; Paciullo; Lopes (2005) verificaram que a *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*), mesmo em ambientes com restrições nutricionais, possui boa eficiência fotossintética para a região tropical. No entanto, quando em situações climáticas adequadas, precipitações e temperaturas mais altas, proporciona maiores respostas produtivas. Além disso, é muito agressiva quanto a competição com outras plantas indesejadas e possui alta resistência ao pastejo. Por esses motivos, a *Brachiaria decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) é tão conhecida e cultivada em toda a região tropical do Brasil, por manter bom desempenho em solos ácidos e pobres em nutrientes, embora também apresente alta produtividade em solos corrigidos e adubados (JANK et al., 2013).

Mesmo sendo uma gramínea utilizada por muitos anos na pecuária brasileira e com muitas pesquisas avaliando medidas de controle de pragas (susceptível à cigarrinha da pastagem) e doenças, maiores informações acerca de suas características de crescimento, plasticidade morfológica e mecanismos de ajuste em componentes do fluxo de tecidos foliares ou em componentes da população de plantas são escassas. O conhecimento destes atributos da espécie pode auxiliar no estabelecimento de metas de manejo compatíveis com os limites de tolerância da planta à desfolhação para as diversas condições de fertilidade de solo ou distintos regimes de fertilização as quais possa estar submetida.

2.3 Respostas adaptativas da *Brachiaria decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) a regimes de fertilização e de manejo

A maior parte dos trabalhos conduzidos em campo que avaliaram respostas a calagem e regimes de fertilização em *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) foram concebidos para fins de estabelecimento e estratégias de recuperação de pastagens em processo de degradação (OLIVEIRA et al., 2003; GAMA et al., 2013). Além disso, a grande maioria destes trabalhos teve como principal objeto de avaliação as respostas em termos de produção de forragem, sem

uma descrição mais detalhada dos mecanismos morfológicos e possíveis adaptações da comunidade vegetal em prol da produtividade. De forma geral, o que se observa na literatura em relação às estratégias de recuperação de pastagens degradadas é que a calagem isolada possui efeito pouco expressivo sobre a produção de forragem (POSSAMAI *et al.*, 2014). Todavia, respostas positivas para produção de forragem e desenvolvimento radicular têm sido observadas quando a correção do pH está associada à fertilização com nitrogênio, potássio e fósforo, particularmente em situações de baixo conteúdo de matéria orgânica no solo (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

Em pastagens já recuperadas ou em condições de estabilidade produtiva (não degradadas), a aplicação frequente de calcário tem sido comumente questionada, dado que não são verificados incrementos em produção de forragem (PREMAZZI; MATTOS, 2002). Entretanto, Primavesi *et al.* (2008) alertaram que a adubação nitrogenada possui efeito acidificante na camada superficial, favorecendo redução na disponibilidade de nutrientes e aumentos em lixiviação de cátions, de forma que a falta de calagem frequente nessa situação conduz a perda gradual na capacidade produtiva da pastagem. Segundo os autores, a calagem deve ser realizada, inicialmente, com o objetivo de elevar a saturação por bases até o nível adequado para a espécie forrageira e produtividade esperada, e deve ser seguida de aplicações para corrigir a acidez “fisiológica” das doses de nitrogênio utilizadas e repor os cátions retidos nos tecidos vegetais que são colhidos, seguindo a recomendação das análises de solo.

A necessidade de reposição anual de cátions, particularmente Ca e Mg, via calagem em pastos de *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk), foi demonstrada por Pereira *et al.* (2018). Os autores observaram que a aplicação de 0,7 ou 1,0 ton/ha de calcário associada a adubação de manutenção equivalente a 106,5, 52,5 e 35 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, não resultaram em aumentos em massa de forragem, IAF e proporção de folhas na condição pré-corte comparativamente a pastos que não receberam calagem (V% ao redor de 35).

Todavia, a ausência de calagem resultou em decréscimo acentuado na disponibilidade de nutrientes no solo entre o início (março de 2015) e o final (maio de 2016) do experimento. Com exceção dos teores de P no solo, que aumentaram do início para o final do período experimental, provavelmente como consequência da adubação de manutenção realizada, houve decréscimo acentuado nos teores de K (-51,9%), Ca (-59,7%), Mg (-54,5%) e na saturação por bases (V%, -66,8%) do solo, quando os pastos não receberam calagem.

Além disso, as doses de calcário aplicadas foram calculadas de acordo com as recomendações de Raij *et al.* (1997) para o estado de São Paulo, para elevação do V% a 50%

(0,7 ton/ha) e 65% (1,0 ton/ha), sendo que os valores não foram atingidos após um ano da aplicação. Mesmo nos dosséis que receberam 0.7 ton/ha de calcário, o V% diminuiu 21,3% ao final do experimento comparativamente aos valores determinados no início, enquanto as pastagens que receberam 1,0 ton/ha de calcário apenas mantiveram os valores iniciais. De qualquer forma, fica claro que a prática do monitoramento anual dos parâmetros químicos do solo, por exemplo a acidez do solo para determinar a quantidade de calagem, seria indispensável para evitar decréscimos acentuados nos teores de nutrientes do solo, e essencial para persistência da pastagem no médio e longo-prazo (Pereira *et al.*, 2018).

Uma vez que as condições de fertilidade de solo são asseguradas, o manejo correto da pastagem é capaz de proporcionar boa produção de forragem de qualidade. Contudo, as estratégias de pastejo a serem adotadas devem ser baseadas na dinâmica do processo de rebrotação (CECATO *et al.*, 2014) sendo, portanto, necessário entender a dinâmica da produção e expansão dos órgãos vegetais, principalmente as folhas e colmos, ao longo do tempo para que seja possível controlar os processos de crescimento e desenvolvimento da planta forrageira que resultam na produção de forragem (LEIMAIRE; CHAPMAN, 1996; NASCIMENTO JR; ADESE, 2004). A adoção de estratégias de manejo que consideram esses princípios oferece condições para a gramínea manter-se perene, através da constante renovação de suas folhas e perfilhos (ALVES *et al.*, 2008).

Assim, visando otimizar os resultados do animal e da planta, metas adequadas de manejo têm sido estabelecidas para as gramíneas tropicais perenes de maior expressão no cenário produtivo nacional, incluindo-se as espécies do gênero *Brachiaria*. Nesse contexto, em dosséis mantidos sob lotação intermitente, a identificação de alturas pré e pós-pastejo compatíveis com os limites de tolerância de uma dada espécie forrageira, consiste em um dos fatores primários para manutenção da produtividade e persistência das gramíneas tropicais perenes (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015). Isso ocorre porque os potenciais benefícios da adoção de práticas agrônômicas como a calagem e adubação são perdidos, quando essas metas não são levadas em consideração (GIMENES *et al.*, 2011).

Portela; Pedreira; Braga (2011) descreveram que as metas pré-pastejo que maximizam a sobrevivência de perfilhos em *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk), são aquelas baseadas na interceptação luminosa do dossel (IL). Segundo os autores, o ponto onde os dosséis atingem 95% de IL, correspondente a altura pré-pastejo de 16 cm, deveria ser utilizado para definição da condição pré-pastejo durante a primavera e verão. Por sua vez, Pedreira; Braga; Portela (2017) recomendaram a

adoção de alturas pré-pastejo variando entre 18 a 30 cm, as quais correspondem a amplitude de IL entre 95% e 100%, durante as estações quentes e chuvosas para esta gramínea.

Essa amplitude em alturas pré-pastejo recomendadas representam uma particularidade da espécie, o que parece estar ligado a dinâmica dos processos morfogênicos e da população de plantas. Pereira et al. (2018) observaram que nas fases iniciais de rebrotação, a *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) maximiza a emissão de novos perfilhos, com aumentos em densidade populacional da ordem de 18% entre o pós-corte e o período intermediário de rebrotação (correspondente ao período entre 10 e 15 dias de crescimento). Após esse período, não houve aumentos em número de perfilhos e a planta passou a investir no aumento em peso de perfilhos, sendo este quase que exclusivamente mediado por incrementos nas taxas de alongamento de colmos. Maiores taxas de alongamento de colmos e senescência de folhas, associados a diminuição em taxa de aparecimento e alongamento de folhas ocorreram a partir do 15º dia de rebrotação, mesmo que o critério de corte tenha sido o ponto onde os dosséis atingiram 95% de IL, e esse padrão ocorreu independentemente da quantidade de calcário aplicada (PEREIRA *et al.*, 2018). Esses resultados divergem daqueles descritos para outras espécies do gênero *Brachiaria*, que demonstram que a adoção da meta de 95% IL é capaz de minimizar o alongamento de colmos e senescência de folhas (SOUSA *et al.*, 2011). Segundo Pedreira; Braga; Portela (2017), a elevada plasticidade fenotípica da *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk) permite a utilização de alturas pré e pós-pastejo distintos, sem efeitos negativos sobre a produção de forragem, desde que as pastagens sejam adequadamente fertilizadas.

A meta pós-pastejo influencia a velocidade de rebrotação da planta após a remoção da parte aérea, uma vez que existe relação positiva com a quantidade de tecido foliar remanescente capaz de realizar fotossíntese (MATTHEW *et al.*, 2000; BARBERO *et al.*, 2015), além de sofrer influência da quantidade de reservas orgânicas presente na planta. Da Silva *et al.* (2012), ao avaliarem a morfogênese e estrutura da *Brachiaria decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*), verificaram maior velocidade de rebrotação e maior produção de forragem quando os dosséis foram manejados a 40 cm de altura associados ao resíduo de 25 cm, junto à aplicação de 100 kg/ha de N. Ainda para a mesma espécie, Lopes *et al.* (2017) utilizaram alturas pré- e pós-corte de 40 e 15 cm, respectivamente, enquanto Lara e Pedreira (2011) trabalharam com altura residual variando de 7,5 e 15 cm. Pereira *et al.* (2018) avaliaram severidades de desfolhação equivalentes a remoção de 40% ou 60% da altura pré-corte, a qual foi baseada no ponto de 95% de IL. A severidade de corte correspondente a 40% da altura pré-corte favoreceu a manutenção de maior proporção de folhas no final de primavera e verão, e correspondeu a um resíduo de 15

cm. Portela (2010) descreveu que a adoção de uma altura de resíduo de 10 cm proporcionou maior número de cortes comparativamente a adoção de resíduos de 5 cm, quando associado a meta de 95% de IL. Lara e Pedreira (2011) descreveram que a colheita da forragem à altura de 7,5 cm proporcionou maior densidade populacional de perfilhos, sendo esta resposta atribuída ao estímulo ao desenvolvimento de gemas basais e axilares promovida pela maior penetração de luz sob condições de cortes severos.

Dessa forma, compreender os ajustes desencadeados como mecanismos de adaptação às condições de solo e manejo vigentes é essencial para estabelecer metas de manejo que sejam compatíveis com a amplitude de resistência e tolerância das plantas à desfolhação. De forma geral, essa espécie parece maximizar a produção de folhas e a densidade populacional de perfilhos, aliado a manutenção de maior valor nutritivo da forragem disponível ao animal em pastejo, quando submetida a regimes de desfolhação frequentes associados a alturas de resíduo entre 7,5 e 15 cm (PORTELA; PEDREIRA; BRAGA, 2011; PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017; PEREIRA *et al.*, 2018). Todavia, a adoção dessa estratégia de desfolhação, caracterizada por pastejo frequentes e severos, implicaria em elevada demanda por nutrientes, fato que ressalta a importância da adoção de regimes de fertilização capazes de sustentar a velocidade de crescimento da planta.

2.4 Hipóteses

O modelo conceitual proposto (Figura 1) neste trabalho considera que existe uma interação entre a severidade de desfolhação e a fertilidade do solo imposta pelos regimes de fertilização. Assim, as hipóteses propostas consideram que:

- 1) Sob condição de baixa fertilidade do solo (regime de fertilização caracterizado por baixos níveis de calagem e adubos NPK), a adoção de alturas de resíduo mais elevadas (cortes lenientes) permite que as estruturas remanescentes após a desfolhação sejam capazes de sustentar o crescimento da parte aérea e favorecem ajustes em características morfogênicas e estruturais da planta ao longo do processo de rebrotação, com mínimos prejuízos à produção total de forragem da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk).
- 2) Desfolhações mais severas exercem impactos positivos sobre a composição morfológica e produção de forragem, sem prejuízos a recuperação da parte aérea ao longo da rebrotação, desde de que sob condições de elevada fertilidade do solo (regimes de fertilização caracterizados por níveis mais elevados de calagem e adubos NPK).

Figura 1 – Modelo conceitual das relações entre a fertilidade do solo e severidade de desfolhação, e seus impactos sobre atributos da parte aérea em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk.

Fonte: Própria autoria.

2.5 Objetivos

- 1) Determinar quais respostas são desencadeadas pelo indivíduo e comunidade vegetal como forma de adaptação aos distintos regimes de fertilização e severidades de desfolhação;
- 2) Estabelecer metas de manejo para a desfolhação dos pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk) de acordo com distintos regimes de fertilização.

2.6 Referências

- ALVES, J. DE S., *et al.* Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volume de água. **Acta Veterinária Brasileira**. v. 2, n. 1, p. 1-10, 2008.
- AROEIRA, L.J.M.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.413-418, 2005.
- BARBERO, L. M., *et al.* Respostas morfogênicas e estruturais de plantas tropicais submetidas à desfolhação. **B. Indústr. Anim.**, Nova Odessa, v.72, n.4, p.321-330, 2015.
- BARCELLOS, A.F., *et al.* **Adubação de capins do gênero *Brachiaria***. Belo Horizonte, MG, EPAMIG, il. 17 cm, p. 84, 2011.
- BRIEDIS, C., *et al.* Carbono do solo e atributos de fertilidade em resposta à calagem superficial em plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.47, n.7, p.1007-1014, jul. 2012.

CECATO, U., *et al.* Adubação e manejo da pastagem em sistemas intensivos de produção. In: HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V. **Adubação e manejo de pastagens**. Birigui, SP, cap. 1, p. 1-35, 2014.

DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F; PEREIRA, L. E. T. *Ecophysiology of C4 forage grasses – Understanding plant growth for optimizing their use and management*. **Agriculture**. v. 5, p. 598-625, 2015.

DA SILVA, T.C., *et al.* Morfogênese e estrutura de *Brachiaria decumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. **Archivos de zootecnia**. vol. 61, n. 233, p. 91-102, set. 2012.

FAGUNDES, J.L. *et al.* Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FIDALSKI, J., *et al.* Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.43, n.11, p.1583-1590, nov. 2008.

FREIRE, F. M., *et al.* Adubação nitrogenada e potássica em sistemas de produção intensiva de pastagem. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 33, n. 266, p. 60 – 68, jan./fev., 2012.

GAMA, T. DA C. M., *et al.* Recuperação de pasto de capim-braquiária com correção e adubação de solo e estabelecimento de leguminosas. **Ver. Bras. Saúde Prod. Anim.** Salvador, v. 14, n. 4, p. 635 – 647, out./dez., 2013.

GIMENES, F. M. A. *et al.* Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 46, n. 7, p. 751–759, Brasília, jul. 2011.

GOEDERT, W. J.; OLIVEIRA, S. A. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. In: NOVAIS, R. F., *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, 2007. cap. 18, p. 991-1017.

GUENNI, O.; MARÍN, D.; BARUCH, Z. *Responses to drought of five Brachiaria species. I. Biomass production, leaf growth, root distribution, water use and forage quality*. **Plant and Soil**. v. 243, p. 229–241, 2002.

HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V. **Adubação e manejo de pastagens**. Birigui, SP, Boreal Editora, p. 180, 2014.

JANK, L., *et al.* Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R. A., *et al.* **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel – ME, 2013. cap. 3, p. 109-123.

KARIA, C. T.; DUART, J. B.; DE ARAÚJO, A. C. G. Desenvolvimento de cultivares do gênero *Brachiaria* (trin.). Griseb. No Brasil. **Documento/Embrapa Cerrado**, Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, p. 58, 2006.

KELLER-GREIN, G. *et al.* *Natural variation in Brachiaria and existing germplasm collections*. In: MILES, J.W. *et al.* (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT, p. 18-45, 1996

LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 46, n. 7, p. 760-767, jul. 2011.

LEIMAIRE, G.; CHAPMAN, D. *Tissue flows in grazed communities*. In: HODGSON, J. **The ecology and management of grazing systems**. Centre for Agriculture and Biosciences International, Wallingford, UK, p. 3-36, 1996.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F., et al. **Fertilidade do solo**. Sociedade brasileira de ciências do solo, p. 1-64, Viçosa, MG, 2007.

LOPES, C. M., et al. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Agro. Bras. Med. Zootec.** v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017.

MATTHEW, C., et al. *Tiller dynamics of grazed swards*. In Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A., Carvalho, P.C. de F., Nabinger, C. (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, CAB International, Wallingford, UK, 2002. p. 127-150. 2000.

MONTEIRO, F.A. Pastagens. In: Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: culturas. 233-287 p. v.3. **Anais...IPNI**, Piracicaba, SP, 2010.

NASCIMENTO JR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p.289-330, 2004.

OLIVEIRA, P. P. A., et al. *Liming and fertilization to restore degraded Brachiaria decumbens pastures grown on na entisol*. **Scientia Agricola**. v. 60, n. 1, p. 125-131, jan./mar., 2003.

PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J.; PORTELA, J. N. *Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (Brachiaria decumbens) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception*. **Crop & Pasture Science**. v. 68, p. 62-73, 2017.

PEREIRA, L. E. T., et al. *Morphological adaptations of signal grass in response to liming and cutting severities*. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 48, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2018.

PORTELA, J. N. **Intensidade e frequência de desfolhação como definidores da estrutura do dossel, da morfogênese e do valor nutritivo da Brachiaria decumbens Stapf. cv. Basilisk sob lotação intermitente**. 2010, 177 p. Tese (Doutorado) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 46, n. 3. p. 315-322, 2011.

POSSAMAI, A, J, *et al.* Influência da adubação fosfatada e calagem na ecofisiologia de gramíneas forrageiras. **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 8, ed. 257, art. 1705, abril, 2014.

PREMAZZI, L.M.; MATTOS, H.B. Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em duas espécies de gramíneas tropicais. **Boletim de Indústria Animal**, v.59, n.2, p.125-136, 2002.

PRIMAVESI, O., *et al.* Calagem superficial em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob adubação nitrogenada intensa. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, p. 66, 2008.

RAIJ, B. V., *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100). 1997.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. 420 p. *International Plant Nutrition Intitute* – IPNI, Piracicaba, SP, 2011.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Embrapa Monitoramento por Satélite, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 8, 26 p., Campinas, 2010.

SILVA, D. R. G., *et al.* Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 44, n. 1, p. 184-191, jan/mar, 2013.

SOARES FILHOS, C. V., *et al.* Nutrição e adubação de plantas forrageiras e pastagens. In: HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V. **Adubação e manejo de pastagens**. Birigui, SP, cap. 2, p. 36-70, 2014.

SOUZA, D. M. G., *et al.* Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F., *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, cap. 5, p. 205-274, 2007.

SOUSA, M. E. R., *et al.* Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2323-2331, 2011.

TIRITAN, C. S., *et al.* *Tillage system and lime application in a tropical region: soil chemical fertility and corn yield in succession to degraded pastures*. **Soil & Tillage Research**. v. 155, p. 437 - 447, 2016.

VEZZANI, F. M.; MIELNCZUK, J. Uma revisão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, n. 4, p. 743 - 755, Viçosa, 2009.

VITTI, G. C. e LUZ, P. H. de C. **Utilização agrônômica de corretivos agrícolas**. 120 p. Piracicaba: FEALQ, 2004.

WATANABE, T., *et al.* *Physiological and Biochemical Mechanisms of Plant Adaptation to Low-Fertility Acid Soils of the Tropics: The Case of Brachiaria grasses*. In.: GÜNGÖR, E. B.

O. Principles, Application and Assessment in Soil Science. Publisher: InTech, cap. 5, p. 87 - 116, 2011.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. *Recommendations for fertilization and liming to forage species*. In: VAN RAIJ, B.; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C. *Recommendations for fertilization and liming to the São Paulo state*. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1996. p. 263-271. (Boletim técnico, 100).

XAVIER, A. A. P. **Avaliação do acúmulo e emissão de carbono do solo sob sistemas produtivos de pastagem**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

3. MORFOGÊNESE E DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS EM PASTOS DE *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) SUBMETIDOS A REGIMES DE FERTILIZAÇÃO E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO

Resumo: A compreensão da plasticidade de ajuste em características de crescimento, no indivíduo e na população, ao longo do processo de rebrotação é essencial para estabelecer metas de manejo compatíveis com a tolerância das gramíneas forrageiras tropicais à desfolhação. O objetivo deste trabalho foi compreender a dinâmica dos processos morfogênicos e a habilidade de ajuste em densidade populacional e peso médio de perfilhos em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk) ao longo da rebrotação, em resposta aos regimes de fertilização, quando submetidos a distintas severidades de desfolhação. O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, USP/FZEA, de outubro de 2016 a março de 2017, compreendendo as estações de final de primavera e verão. Os tratamentos corresponderam a três regimes de fertilização, caracterizados por distintos níveis de calagem e adubação com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), a fim de elevar a saturação de base (V%) e o conteúdo de nutrientes a: Fert.1= V% de 35 + 1% K/CTC + 9 mg/dm³ de P no solo + 40 kg de N/ha por ano; Fert.2= V% de 50 + 2% K/CTC + 12 mg/dm³ de P no solo + 60 kg de N/ha por ano; e Fert.3= V% de 65 + 3% K/CTC + 15 mg/dm³ de P no solo + 90 kg de N/ha por ano e duas severidades de desfolhação (resíduo de 15 e 10 cm). Os tratamentos foram organizados em um arranjo fatorial 3 x 2 e distribuídos em um delineamento em blocos completos casualizados com três repetições (piquetes de 80 m²). Não foram registrados efeitos significativos dos regimes de fertilização nas características morfogênicas e estruturais em perfilhos individuais de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk), ou peso médio de perfilhos (PMP) e densidade populacional de perfilhos basais (DPPb), aéreos (DPPa) ou reprodutivos (DPPr). Todavia, a adoção de Fert.3 causou reduções em densidade populacional total de perfilhos no verão. Em ambas as estações do ano, houve efeito predominante da fase de rebrotação na dinâmica dos processos morfogênicos e PMP, bem como na densidade populacional em todas as classes de perfilhos avaliadas. Na fase compreendida entre a condição pós-corte e o período intermediário de rebrotação, a planta manteve estável o PMP e o número de perfilhos basais, enquanto investiu em aumentos em DPPa. Redução acentuada em taxa de alongamento de folha (TAIF) concomitantemente ao aumento em taxa de senescência de folha (TSenF) foram registradas a partir do 15º dia de rebrotação. A partir do período intermediário de rebrotação, a densidade populacional de perfilhos se estabilizou, e o investimento em PMP passou a ser expresso, e esteve mais relacionado ao aumento cumulativo no tamanho de folhas e colmos, do que à maximização no fluxo de tecidos foliares. As taxas de alongamento de colmo (TAIC) mantiveram-se estáveis ao longo da rebrotação no final de primavera, mas aumentaram em cerca de 146% após 20 dias de rebrotação no verão. Nessa época, dosséis manejados a 10 cm produziram folhas de menor tamanho, mas expressaram menores TAIC e comprimento médio do colmo (CMC).

Palavras-chave: Alongamento foliar; Fertilidade do solo; Manejo de pastagem

Abstract: The understanding of plasticity to adjust in growth characteristics, the individual and the population, throughout the process of coppicing is essential to establish management goals compatible with tolerance of Tropical forage grasses defoliation treatment. The aim of this

study was to understand the dynamics of morphogenesis processes and the ability to adjust in population density and average weight of tillers in pastures of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.d. Webster cv. Basilisk) along the coppicing, in response to fertilization regimes, when subjected to different severities of defoliation treatment. The experiment was accomplished Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, USP/FZEA, October 2016 to March 2017, comprising the stations of late spring and summer. The treatments were the three fertility regimes, characterized by different levels of liming and fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), in order to raise the base saturation (V%) and the content of nutrients: Fert. 1 = V% of 35 + 1% K/CTC + 9 mg/dm³ of P in soil + 40 kg N/ha per year; Fert. 2 = V% of 50 + 2% K/CTC + 12 mg/dm³ of P in soil + 60 kg N/ha per year; and Fert. 3 = V% of 65 + 3% K/CTC + 15 mg/dm³ of P in soil + 80 kg N/ha per year and two severities (residue of 15 and 10 cm). Treatments were arranged in a 3 x 2 factorial arrangement and distributed in a randomized complete block design with three replications (80 m² pickets). Were not recorded significant effects of fertilization regimes on the morphogenetic and structural characteristics in individual tiller *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.d. Webster cv. Basilisk), or average weight of tillers (PMP) and population density of basal tiller (DPPb), air (DPPa) or reproduction (DPPr). However, the adoption of Fert. 3 caused reductions in total population density of tillers in the summer. In both seasons, there was the predominant effect of coppicing in dynamic phase of morphogenesis processes and PMP, as well as on population density in all classes of tillers evaluated. In the phase between the condition and the period of post harvest coppicing, the plant kept stable the PMP and the number of basal tiller, while invested in increases in DPPa. Sharp reduction in leaf elongation rate (TAIF) at the same time the increase in rate of leaf senescence (TSenF) were recorded from the 15th day of coppicing. From the intermediate period of coppicing, population density, tiller has stabilized, and PMP investment began to be expressed, and was more related to the cumulative increase in the size of leaves and stalks, rather than maximizing the flow of leaf tissue. The culm elongation rates (TAIC) remained stable throughout the coppicing in late spring, but have increased by about 20 percent after 146 days of coppicing in the summer. At that time, handled 10 cm canopies produced smaller leaves, but smaller and medium length TAIC expressed culm (CMC).

Keywords: Leaf elongation; Soil fertility; Pastures management

3.1 Introdução

Encontrar equilíbrio entre a interação animal-planta-ambiente é a peça chave para aumentar a produtividade das gramíneas tropicais e, ao mesmo tempo, assegurar máxima produção animal aliada à manutenção da perenidade da comunidade vegetal (DA SILVA; CARVALHO, 2005). No entanto, a maioria das pastagens cultivadas no Brasil são comumente submetidas a condições edafoclimáticas e de manejo que não favorecem a máxima expressão do seu potencial genético, afetando sobremaneira o equilíbrio geral do ecossistema da pastagem. Assim, o estabelecimento de sistemas de pastagens sustentáveis e produtivos passa, necessariamente, pela identificação das condições de fertilidade de solo que assegurem a

expressão do potencial de crescimento das espécies forrageiras, bem como metas de manejo do pastejo capazes de respeitar seus limites de tolerância à desfolhação.

Espécies do gênero *Brachiaria* são as mais utilizadas nos sistemas de pastagens do Brasil. Dentre elas, a *Brachiaria decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) é uma das gramíneas mais difundidas no País, sendo encontrada em quase todas as regiões, dada sua elevada habilidade de ajuste em atributos morfofisiológicos, que lhe permitem manter persistência em solos de baixa fertilidade e, mesmo nessa situação, consegue boa produtividade sob amplas condições de manejo (PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017). Apesar disto, há poucos trabalhos avaliando as respostas desta gramínea em regimes de desfolhação sob lotação intermitente (PORTELA, 2010; PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017), sendo ainda mais restritas as informações acerca dos seus mecanismos de ajuste, quando submetida a regimes de fertilização (PEREIRA *et al.*, 2018).

A compreensão da plasticidade para ajuste em número de indivíduos na população bem como nas características de crescimento do perfilho ao longo do processo de rebrotação é essencial para estabelecer metas de manejo compatíveis com a amplitude de resistência e tolerância das plantas ao pastejo (ALVES *et al.*, 2008; PIMENTEL *et al.*, 2016). Para a grande maioria das espécies forrageiras tropicais, esse conhecimento tem sido utilizado para estabelecer metas pré e pós-pastejo capazes de assegurar rápida recuperação da área foliar ao longo da rebrotação e máximo acúmulo de folhas, aliado ao mínimo acúmulo de colmos e material morto, de forma a disponibilizar forragem com elevado valor nutritivo para o animal em pastejo (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015).

Todavia, Pedreira; Braga e Portela (2017) revelaram singularidades nas respostas obtidas em pastos de *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) comparativamente ao relatado na literatura para outras gramíneas tropicais (DA SILVA SBRISSIA; PEREIRA, 2015). Segundo Pereira *et al.* (2018), a aplicação de distintos níveis de calagem não foi capaz de estimular aumentos em taxa de alongamento de folhas e peso de perfilhos ao longo da rebrotação ou em densidade populacional total de perfilhos. No entanto, a severidade de desfolhação exerceu maior impacto para a maximização dos processos de crescimento do que a frequência de pastejo (PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017) ou níveis de calagem aplicados (PEREIRA *et al.*, 2018), revelando que a meta pós-pastejo possui importância relativa para a modulação das respostas da comunidade vegetal nessa espécie. De forma geral, a literatura revela que a *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) parece maximizar a produção de folhas e a densidade populacional de perfilhos, quando submetida a regimes de desfolhação caracterizados por pastejo frequentes associados a desfolhações mais severas (PORTELA;

PEDREIRA; BRAGA, 2011). Todavia, a adoção dessa estratégia implica em elevada demanda por nutrientes, fato que ressalta a importância da identificação de regimes de fertilização capazes de sustentar a velocidade de crescimento da planta (PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017).

Assim, o objetivo com este trabalho foi compreender a dinâmica dos processos morfogênicos e avaliar a habilidade de ajuste em densidade populacional e peso de perfilhos em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) ao longo da rebrota, durante o final de primavera e verão, em resposta a regimes de fertilização (níveis de calagem associados a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio) quando submetidos a distintas severidades de desfolhação.

3.2 Material e métodos

O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (USP/FZEA), em Pirassununga, Estado de São Paulo, Brasil (21° 36' N; 47° 15' W, 620 m), de setembro de 2016 a março de 2017. O relevo da área experimental é moderadamente ondulado e o solo é classificado como um Latossolo vermelho distrófico conforme método da Embrapa (2013). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é subtropical com inverno seco (Cwa), e a precipitação total do período experimental foi 1.272 mm. As temperaturas médias mensais foram de 23°C durante o final da primavera (outubro e novembro de 2016) e 25°C durante o verão (dezembro de 2016 a março de 2017). Os dados climáticos do período compreendido entre os meses de janeiro de 2016 a julho de 2017, obtidos na estação meteorológica da Fazenda Aeronáutica de Pirassununga, localizada a 30 km da área experimental, estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1 – Médias mensais das temperaturas máximas e mínimas (°C) e precipitação mensal (mm) de janeiro de 2016 a julho de 2017, em Pirassununga, SP.

Fonte: Fazenda Aeronáutica de Pirassununga.

A pastagem de *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) foi estabelecida em novembro de 2012, em uma área experimental composta por 18 piquetes de 80 m² (10 m x 8 m) cada, e foi mantida sob crescimento livre sem manejo ou adubação até novembro de 2014. Durante a época de crescimento de 2015/2016, a área foi submetida a um experimento prévio, que serviu para determinar as alturas de resíduo que foram utilizadas no presente estudo. Durante esse período, foi estabelecido três níveis de fertilidade do solo (ver detalhes em PEREIRA *et al.*, 2018), onde seis piquetes não receberam calagem, seis receberam a quantidade de 0,7 toneladas/ha e outros seis piquetes receberam a quantidade de 1,0 toneladas/ha (correspondendo, respectivamente, a Fert.1; Fert.2 e Fert.3 no presente estudo), aplicado em abril de 2015. A adubação de manutenção anual para este período foi equivalente a 106,5 kg/ha de N, 52,5 kg/ha de P₂O₅ e 35 kg/há de K₂O, realizado em três aplicações: novembro de 2015, dezembro de 2015 e janeiro de 2016. As atividades deste experimento tiveram início no ano de 2016, com a uniformização das parcelas a 5 cm de altura no mês de julho.

Os tratamentos experimentais corresponderam a três regimes de fertilização, caracterizados por calagem para elevar a saturação de base do solo (V%) e adubação com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), os quais corresponderam a: **Fert.1** = V% de 35% + 17,3 kg de K₂O/ha + 1,7 kg de P₂O₅/ha + 40 kg de N/ha por ano; **Fert.2** = V% de 50% + 94,4 kg de

$K_2O/ha + 18,3 \text{ kg de } P_2O_5/ha + 60 \text{ kg de N/ha}$ por ano; **Fert.3** = V% de 65% + 173,6 kg de $K_2O/ha + 31,7 \text{ kg de } P_2O_5/ha + 80 \text{ kg de N/ha}$ por ano. Essas dosagens foram definidas com o objetivo de construir distintos níveis de fertilidade do solo, onde Fert.1 = V% de 35, 1% K/CTC e 9 mg/dm^3 de P no solo; Fert.2 = V% de 50, 2% K/CTC e 12 mg/dm^3 de P no solo e Fert.3 = V% de 65, 3% K/CTC e 15 mg/dm^3 de P no solo. Os fertilizantes utilizados como fonte de N, P e K foram, respectivamente, uréia recoberta com cobre e boro (FHnitro), fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio (KCl), as quantidades de cada aplicação se encontram no apêndice A. Para cada regime de fertilização, os dosséis foram submetidos a duas severidades de corte, correspondentes a alturas de resíduo de 15 (leniente) e 10 (severo) cm. Os tratamentos foram organizados em um arranjo fatorial 3 x 2, e distribuídos em um delineamento de blocos completos ao acaso, com três repetições (Figura 2).

Figura 2 – Foto aérea com croqui da área experimental, em Pirassununga, SP.

Fonte: Própria autoria.

Para determinação da necessidade de calagem, o solo foi amostrado a uma profundidade de 20 cm e analisado em abril de 2016 (Tabela 1). Com base nos resultados determinou-se a quantidade de calcário a ser aplicado para atingir os níveis de V% respectivos a cada tratamento. A quantidade de calcário foi definida de acordo com as recomendações de Raij et al. (1997) para o estado de São Paulo, Brasil, utilizando-se a equação:

$$(\text{Mg/ha}) = [\text{CTC} * (\text{V2\%} - \text{V1\%})] / (\text{PRNT\%} * 10) \quad (1)$$

onde CTC representa a capacidade de troca de cátions do solo, V2% representa a saturação por bases do solo desejada, V1% a saturação por base do solo observada na análise (real) e PRNT% é o poder relativo de neutralização total do calcário (%). Foi utilizado o calcário dolomítico com 85% de PRNT. A calagem foi realizada em agosto de 2016, e o calcário foi distribuído manualmente em lanço e em superfície sem incorporação (Figura 3).

Figura 3 – Aplicação do calcário em lanço em superfície (A) e fertilizantes nitrogenado e potássico (B).

Fonte: Própria autoria.

Em outubro de 2016, o solo foi novamente amostrado e analisado para a recomendação das adubações fosfatada e potássica, dando início à coleta de dados experimentais. A aplicação de fósforo (dose total) e potássio (potassagem) foi realizada em todos os piquetes no mês

outubro de 2016. A adubação de manutenção com N e K foi dividida em duas aplicações, uma no final de primavera (nov a dez/2016) utilizando apenas a fonte de nitrogênio e outra no verão (jan/2017) utilizando a relação de 1:0,8 (nitrogênio;potássio), conforme as unidades experimentais entravam em pós-corte para ambas as épocas. Todos os fertilizantes foram aplicados de forma manual em lanço e em superfície. Em agosto de 2017, foi realizada nova amostragem e análise do solo para verificação da disponibilidade remanescente de nutrientes (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado da análise de solo (0-20 cm de profundidade) associado a cada regime de fertilização ao início (outubro/2016) e final (agosto/2017) do período experimental.

	Fert.1		Fert.2		Fert.3	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
pH (CaCl ₂)	4,3	4,7	4,4	5,1	4,8	5,5
Pres (mg/dm ³)	8,8	12,3	10,6	11,8	11,8	14,9
S (mg/dm ³)	6,0	11,4	14,8	7,7	15,0	9,7
Kres (mmol/dm ³)	0,6	2,0	0,6	2,5	0,6	3,4
Ca (mmol/dm ³)	11,8	14,8	14,8	20,0	19,6	35,8
Mg (mmol/dm ³)	4,2	5,3	4,8	5,2	6,0	7,5
H+Al (mmol/dm ³)	45,5	30,7	43,8	28,4	41	24,1
M.O. (g/kg)	14,8	21,6	22,3	21,5	24	22,6
CTC (mmol/dm ³)	62.2	52.8	64.2	56.0	67.5	70.9
V%	12,9*	41,7	36,4*	49,3	55,8*	65,2

*Resultado da análise de abril de 2016. Pres – fósforo resina; S – enxofre; Kres – potássio resina; Ca – cálcio; Mg – magnésio; H+Al – acidez potencial; M.O. – matéria orgânica; V% - índice de saturação por bases do solo

O critério para definir a condição de pré-corte foi o momento em que o dossel interceptava 95% da radiação solar fotossinteticamente ativa (IL_{95%}), segundo as recomendações de Portela; Pedreira e Braga (2011). Os cortes dos piquetes foram realizados com auxílio de roçadora costal e após o corte o material roçado era removido dos piquetes com auxílio de rastelo, e o período compreendido entre os meses de agosto a início de outubro foi considerado como período de adaptação. O período experimental foi correspondente a outubro

de 2016 até março de 2017, compreendendo as estações de final da primavera (outubro a dezembro) e verão (janeiro a março).

A interceptação da luz (IL) do dossel foi monitorada da fase pós-corte até que os pastos atingissem a condição de $IL_{95\%}$, utilizando-se um analisador de dossel LAI-2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA), com duas leituras por semana e aumentando a frequência conforme aproximava da $IL_{95\%}$. As leituras foram realizadas em duas áreas amostrais por piquete, sendo que em cada um deles foram tomadas uma leitura acima do dossel e cinco ao nível do solo, totalizando 10 leituras por unidade experimental (Figura 4). A mensuração da IL foi possível caracterizar as fases de pré-corte ($IL_{95\%}$), fase intermediária (resultado da soma da $IL_{95\%}$ com a $IL_{pós}$ dividida por dois) e pós-corte.

Figura 4 – Leitura da interceptação luminosa: aparelho LAI – 2000 (A), medida de interceptação luminosa acima do dossel (B) e medida de interceptação luminosa ao nível do solo (C).

Fonte: Própria autoria.

A altura média do dossel foi mensurada no pós-corte e quando a pastagem atingia a condição pré-corte (Tabela 2). Em cada procedimento de avaliação foram tomadas 20 leituras em pontos aleatórios dentro de cada piquete, utilizando régua graduada em centímetros (cm) e com auxílio de um anteparo para padronização (folha de acetato). A altura de cada ponto correspondeu à altura média em torno do anteparo, e a média dos 20 pontos correspondeu à altura média da unidade experimental.

Tabela 2 – Média das alturas pós e pré-corte e a duração da rebrotação média para cada tratamento do período experimental nas fases de pós e pré-corte.

	Final de Primavera			Verão		
	Pós (cm)	Pré (cm)	DR (dias)	Pós (cm)	Pré (cm)	DR (dias)
Fert.1/10cm	10,2	20,4	27	11,2	30,1	35
Fert.1/15cm	14,4	21,9	18	15,2	35,4	33
Fert.2/10cm	11,1	20,0	19	11,0	32,2	33
Fert.2/15cm	14,4	21,2	16	15,2	28,6	27
Fert.3/10cm	9,9	23,3	31	11,0	37,3	37
Fert.3/15cm	14,9	26,7	21	15,2	35,3	32

DR – Duração da rebrotação.

Nas fases de pós-corte, período intermediário de rebrotação (quando o pasto interceptava uma luminosidade média que é o resultado da soma da $IL_{95\%}$ com a $IL_{pós}$ dividida por dois) e pré-corte, foram realizadas avaliações para determinação da densidade populacional de perfilhos (DPP) e peso médio do perfilho (PMP). A DPP foi determinada pela contagem do número de perfilhos localizados no interior de uma armação metálica de 0,50 m x 0,50 m ($0,25\text{ m}^2$), em dois pontos de cada piquete que representavam condição média do dossel no momento da amostragem (Figura 5). Os perfilhos foram classificados como basais (perfilho com a presença de raízes de fixação), aéreos (perfilho sem a presença raiz de fixação) e reprodutivos (quando verificava o início do “embuchamento” do perfilho ou com inflorescência), e os resultados foram expressos em número de perfilhos/ m^2 .

Figura 5 – Densidade populacional de perfilhos (DPP): condição pós-corte (A), condição intermediária (B) e condição pré-corte (C).

Fonte: Própria autoria.

O PMP, em g/perfilho, foi determinado a partir da amostragem de 30 perfilhos, independentemente do tipo de perfilho (basal ou aéreo), colhidos aleatoriamente em cada piquete (Figura 6). Após a amostragem, os componentes morfológicos (folhas, colmos e

material morto) foram separados e secos em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante. As avaliações foram realizadas em todos os ciclos e fases de rebrotação (Apêndice B).

Figura 6 – Amostragem dos perfilhos (A) para determinação do peso médio dos perfilhos (PMP) com separação dos componentes morfológicos (B).

Fonte: Própria autoria.

As avaliações das características morfogênicas e estruturais foram realizadas em perfilhos especificamente marcados para essa finalidade (Figura 7), com seu crescimento monitorado ao longo do processo de rebrotação com duas leituras por semana (intervalos de 3 a 4 dias entre avaliações). Cinco perfilhos foram selecionados por unidade experimental, sendo dois perfilhos aéreos e três basais, e identificados por meio de abraçadeiras plásticas e fita crepe (BIRCHAM; HODGSON, 1983).

Figura 7 – Perfilhos selecionados e identificados na condição pós-corte (A) e leitura da morfogênese (B).

Fonte: Própria autoria.

Durante os períodos de monitoramento dos perfilhos foram realizadas as seguintes avaliações: (a) numeração e classificação das folhas vivas em emergentes (em expansão), expandidas e senescentes; e (b) mensuração do comprimento de cada folha e do colmo (colmo + bainhas foliares). As leituras foram realizadas por meio de ciclo acompanhado, sendo avaliado um ciclo no final de primavera e dois ciclos no verão (Figura 8).

Figura 8 – Esquema dos ciclos acompanhados da morfogênese do final de primavera e verão.

Fonte: Própria autoria.

As folhas foram classificadas em emergentes, quando suas lígulas não estavam expostas e sua referência de comprimento foi a lígula da última folha completamente expandida até a ponta do seu limbo foliar; expandidas quando a lígula estava visível e/ou a variação em comprimento do limbo foliar fosse nula entre duas leituras consecutivas; senescentes quando parte do limbo foliar apresentou sinais de senescência; e mortas quando mais de 50% do limbo foliar estava comprometido pela senescência. O comprimento do colmo foi considerado como sendo a distância do solo (ou de seu ponto de inserção, nos casos dos perfilhos aéreos) até a lígula da última folha completamente expandida.

A partir dessas avaliações foi possível determinar as seguintes características morfogênicas e estruturais.

- Taxa de Alongamento de Folhas (TAIF, cm/perfilho/dia): foi calculada pela diferença entre o comprimento final e inicial das folhas emergentes dividido pelo número de dias do período de avaliação.
- Taxa de Alongamento de Colmo (TAIC, cm/perfilho/dia): foi calculada pela diferença entre o comprimento final e inicial do colmo dividido pelo número de dias do período de avaliação.

- Taxa de Senescência de Folhas (TSenF, cm/perfilho/dia): variação média e negativa no comprimento da lâmina foliar, resultado da diminuição da porção verde do limbo foliar, dividido pelo número de dias do período de avaliação.
- Taxa de Aparecimento de Folhas (TApF, folhas/perfilho/dia): número médio folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação.
- Número de Folhas Vivas por perfilho (NFV, folhas/perfilho): determinado por meio da contagem do número médio de folhas emergentes, expandidas e em senescência.
- Número de folhas emergentes (NFE, folhas/perfilho): determinado por meio da contagem do número médio de folhas emergentes.
- Número de folhas expandidas (NFB, folhas/perfilho): determinado por meio da contagem do número médio de folhas expandidas.
- Número de folhas em senescência (NFSen, folhas/perfilho/dia) determinado por meio da contagem do número médio de folhas em senescência.
- Tamanho médio da folha (TMF, cm): comprimento médio do limbo foliar das folhas completamente expandidas.
- Comprimento médio do Colmo (CMC, cm): comprimento médio do colmo + pseudocolmo, medido do nível do solo ou de seu ponto de inserção, no caso de perfilhos aéreos, até a lígula da última folha completamente expandida.

Os resultados relativos às características morfogênicas e estruturais foram apresentados para cada intervalo de 5 dias, caracterizando as seguintes fases de rebrotação: Fase 1 – 0 a 5; Fase 2 – 6 a 10; Fase 3 – 11 a 15; Fase 4 – 16 a 20; e Fase 5 – acima de 20 dias (finalizando com 22 a 42 dias de rebrotação).

A análise da variância foi realizada utilizando modelos mistos, com o procedimento MIXED, do sistema de análises estatística SAS®, versão 9.3 para Windows®. A análise de variância das características morfogênicas e estruturais foi realizada separadamente para cada estação do ano (final de primavera e verão) considerando os regimes de fertilização, a severidade de desfolhação, a fase de rebrotação e suas interações, bem como os blocos como fatores fixos. As fases de rebrotação foram consideradas medidas repetidas no tempo. A análise de variância para densidade populacional de perfilhos e peso médio de perfilho foi realizada separadamente para cada estação do ano (final de primavera e verão) considerando os regimes de fertilização, a severidade de desfolhação, a fase de rebrotação (pós, intermediário e pré-corte) e suas interações, bem como os blocos como fatores fixos. A fase de rebrotação foi considerada como medida repetida no tempo. Para todas as variáveis, a escolha da matriz de covariância foi feita utilizando-se o critério bayesiano de Schawrz (BIC) (LITTEL et al., 2000),

e a correção de graus de liberdade foi feita pelo método de Kenward; Roger (1997) (DDFM = KR). Quando apropriado, médias foram estimadas utilizando o 'LSMEANS', comparações foram feitas usando a opção ' PDIFF = ALL', sendo que diferenças significativas foram declaradas quando $P < 0,05$.

3.3 Resultados

Características morfogênicas

As alturas na condição pós-corte foram mantidas de acordo com as metas pré-definidas, com valores médios de $10,4 \pm 0,17$ cm e $14,4 \pm 0,17$ cm no final de primavera e $11,1 \pm 0,17$ cm e $15,3 \pm 0,17$ cm no verão, respectivamente, para as severidades de desfolhação de 10 e 15 cm.

A taxa de alongamento de folhas (TAIF) variou com a fase de rebrotação ($P = 0,0003$) e com as interações entre regimes de fertilização x fase de rebrotação ($P = 0,0045$) e regimes de fertilização x severidade de desfolhação x fase de rebrotação ($P = 0,0015$) no final de primavera (Tabela 3).

Tabela 3 – Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm/perfilho/dia) segundo a interação entre regimes de fertilização x severidades de desfolhação x fase de rebrotação no final de primavera.

Severidades de desfolhação	Regime de Fertilização		
	Fert.1	Fert.2	Fert.3
0 a 5 dias de rebrotação			
10 cm	$1,37 \pm 0,242$ aA	$1,72 \pm 0,242$ aA	$1,01 \pm 0,242$ aA
15 cm	$1,42 \pm 0,242$ aA	$1,20 \pm 0,242$ aA	$0,92 \pm 0,242$ aA
6 a 10 dias de rebrotação			
10 cm	$1,24 \pm 0,331$ aA	$1,34 \pm 0,331$ aA	$1,98 \pm 0,331$ aA
15 cm	$1,86 \pm 0,331$ aA	$1,28 \pm 0,331$ aA	$1,32 \pm 0,331$ aA
11 a 15 dias de rebrotação			
10 cm	$1,46 \pm 0,207$ aAB	$1,19 \pm 0,207$ aB	$1,95 \pm 0,207$ aA
15 cm	$1,07 \pm 0,207$ aA	$1,28 \pm 0,207$ aA	$1,24 \pm 0,207$ bA
16 a 20 dias de rebrotação			
10 cm	$0,78 \pm 0,090$ aB	$1,15 \pm 0,090$ aA	$0,90 \pm 0,090$ bAB
15 cm	$1,00 \pm 0,090$ aB	$0,73 \pm 0,105$ bB	$1,47 \pm 0,090$ aA
> 20 dias de rebrotação			
10 cm	$0,72 \pm 0,132$ bA	$1,09 \pm 0,151$ aA	$0,89 \pm 0,197$ aA
15 cm	$1,25 \pm 0,151$ aA	$1,02 \pm 0,153$ aA	$0,72 \pm 0,132$ aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si ($P > 0,05$).

A adoção de pastejos severos (10 cm), comparativamente a pastejos lenientes (15 cm), resultou em maiores TAIF no período entre 11° e 15° dias de rebrotação apenas para Fert.3, e

entre 16° e 20° dias de rebrotação apenas em Fert.2. Todavia, maiores TAlF com a adoção de desfolhações lenientes foram registradas entre 16° e 20° dias de rebrotação e após 20° dia de rebrotação, respectivamente em Fert.3 e Fert.1. Diferenças entre os regimes de fertilização foram registrados na fase entre 11° e 15° dias de rebrotação apenas quando os pastos foram submetidos a desfolhações severas. Nessa situação, Fert.3 demonstrou maiores TAlF, embora os valores médios não diferiram de Fert.1, enquanto as menores TAlF foram observadas em Fert.2. Os valores médios de TAlF também diferiram entre os regimes de fertilização no período entre 16° e 20° dias de rebrotação, com maiores valores associados aos maiores níveis de fertilização, para ambas as severidades de desfolgação (Tabela 2).

No verão, a TAlF variou apenas com a fase de rebrotação ($P > 0,0001$), onde maiores valores foram registrados nas fases iniciais de rebrotação (0 a 10 dias de rebrotação), e decréscimos registrados entre o 11° e 15° dias de rebrotação, atingindo os menores valores nas fases finais de rebrotação (Figura 9).

Figura 9 – Taxas de alongamento (TAlF, cm/perfilho/dia) e senescência de folhas (TSenF, cm/perfilho/dia) segundo as fases de rebrotação, no final de primavera e verão. Para cada época do ano, letras minúsculas comparam médias entre fases de rebrotação ($P < 0,05$).

Fonte: Própria autoria.

As taxas de senescência de folhas (TSenF, cm/perfilho/dia) variaram apenas com a fase de rebrotação em ambas as épocas do ano ($P = 0,0001$ no final de primavera e $P < 0,0001$ no verão). Aumentos expressivos em TSenF, da ordem de 157% no final de primavera e 91,5% no verão, foram registrados a partir do 16° dia de rebrotação comparativamente aos valores

observados nas fases iniciais de rebrotação em ambas as épocas do ano (Figura 8). No final de primavera, as taxas de senescência de folhas (TSenF) corresponderam a cerca de 20,5%, 16,7%, 37,5%, 86,1% e 92,6% das TAlF, respectivamente para as fases 1, 2, 3, 4 e 5. Da mesma forma, no verão, a TSenF corresponde a 15%, 21,2%, 44%, 74% e 69% das TAlF para as mesmas fases do período de rebrotação.

As taxas de alongamento de colmos (TAIC, cm/perfilho/dia) não foram afetadas pelos regimes de fertilização, severidades de desfolhação ou fases de rebrotação ($P > 0,05$) no final de primavera (Tabela 3). Entretanto, foi verificado efeito de severidade de desfolhação ($P = 0,0198$) e fase de rebrotação ($P < 0,0001$) no verão. Valores médios de TAIC cerca de duas vezes maiores foram registrados quando cortes lenientes foram adotados ($0,20 \pm 0,017$ cm/perfilho/dia) comparativamente a desfolhações severas ($0,14 \pm 0,016$ cm/perfilho/dia), e aumentos de cerca de 146% foram observados após o 20º dia de rebrotação, independentemente do regime de fertilização ou severidade de desfolhação (Tabela 4).

Tabela 4 - Taxa de alongamento de colmos (TAIC, cm/perfilho/dia) segundo a fase de rebrotação e severidades de desfolhação no final de primavera e verão.

	Final de primavera	Verão
Fase de rebrotação (dia)		
0 a 5	$0,08 \pm 0,019$ a	$0,14 \pm 0,029$ b
6 a 10	$0,14 \pm 0,029$ a	$0,14 \pm 0,027$ b
11 a 15	$0,17 \pm 0,038$ a	$0,11 \pm 0,027$ b
16 a 20	$0,09 \pm 0,016$ a	$0,13 \pm 0,027$ b
> 20	$0,07 \pm 0,022$ a	$0,32 \pm 0,028$ a
Severidade de desfolhação		
10 cm	$0,13 \pm 0,033$ a	$0,14 \pm 0,016$ b
15 cm	$0,10 \pm 0,033$ a	$0,20 \pm 0,017$ a

Para cada época do ano, letras minúsculas na coluna comparam médias entre fases de rebrotação e severidades de desfolhação ($P < 0,05$).

A taxa de aparecimento de folhas (TApF, folha/perfilho/dia) variou com a interação entre regimes de fertilização x fase de rebrotação no final de primavera ($P = 0,0056$), sendo que no verão houve efeito apenas da fase de rebrotação ($P < 0,0001$). Diferenças em TApF entre regimes de fertilização foram registrados apenas na primeira fase de rebrotação (0 a 5 dias), onde maior velocidade de aparecimento foliar foi registrada em Fert.1 comparativamente aos demais regimes de fertilização (Tabela 5). Neste tratamento, houve diminuição em TApF da fase 1 para a fase seguinte, e os valores se mantiveram similares até o final do período de rebrotação. Em Fert.2 houve aumento em TApF da fase 1 para a seguinte, com valores voltando

a decrescer entre 11° a 15° dias de rebrotação e se mantiveram similares aos da fase 1 e 2 até o final do período de rebrotação. Em Fert.3 não foram detectadas diferenças nas TApF nas fases compreendidas entre 0 a 20° dia de rebrotação, mas menores valores foram observados na última fase de rebrotação. No verão, houve diminuição em TApF da fase 1 para a fase seguinte, e os menores valores foram registrados a partir do 16° dia até o final do período de rebrotação.

Tabela 5 - Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folha/perfilho/dia) segundo a interação entre regimes de fertilização x fase de rebrotação no final de primavera e fase de rebrotação no verão.

Fase de rebrotação (dia)	Final de primavera			Verão
	Fert.1	Fert.2	Fert.3	Média
0 a 5	0,35 ± 0,062 Aa	0,13 ± 0,062 Ba	0,12 ± 0,062 Ba	0,16 ± 0,011 a
6 a 10	0,24 ± 0,062 Ab	0,19 ± 0,062 Aa	0,16 ± 0,062 Aa	0,12 ± 0,011 b
11 a 15	0,25 ± 0,062 Ab	0,09 ± 0,062 Ab	0,15 ± 0,062 Aa	0,10 ± 0,011 b
16 a 20	0,18 ± 0,062 Ab	0,17 ± 0,064 Aa	0,18 ± 0,062 Aa	0,08 ± 0,011 bc
> 20	0,23 ± 0,064 Ab	0,14 ± 0,066 Aa	0,05 ± 0,070 Ab	0,08 ± 0,011 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha para o final de primavera, e letras minúsculas na coluna para o verão, não diferem entre si (P>0,05).

Características estruturais

Não houve efeito dos regimes de fertilização ou severidade de desfolhação (P>0,05) no número de folhas emergentes (NFE), expandidas (NFB), senescentes (NFSen) e número total de folhas vivas (NFV) em nenhuma das épocas. O NFE manteve-se constante ao longo das fases de rebrotação no final de primavera (P>0,05). No verão houve diminuição em NFE na última fase de rebrotação (> 20 dias) comparativamente as fases iniciais (P<0,0001). Houve efeito da fase de rebrotação no NFB em ambas as épocas do ano (P= 0,0129 e P = 0,0392, respectivamente para o final de primavera e verão). Menores valores foram registrados na fase 1 no final de primavera, e entre 0 a 5° e 16° a 20° dias de rebrotação no verão (Tabela 6).

Tabela 6 - Número de folhas emergentes (NFE), expandidas (NFB), senescentes (NFSen) e número total de folhas vivas (NFV), em folhas/perfilho/dia, em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) no final de primavera e verão.

Fase de rebrotação (dia)	NFE		NFB		NFSen		NFV	
	Final de Primavera	Verão	Final de Primavera	Verão	Final de Primavera	Verão	Final de Primavera	Verão
	folhas/perfilho/dia							
0 a 5	1,49 a ±0,377	1,06 a ±0,028	2,82 b ±0,611	2,57 b ±0,089	0,39 b ±0,112	0,23 c ±0,033	4,70 a ±1,047	3,85 c ±0,092
6 a 10	1,42 a ±0,272	1,08 a ±0,028	3,26 a ±0,786	2,77 a ±0,089	0,43 ab ±0,087	0,34 b ±0,033	5,12 a ±1,062	4,19 b ±0,092
11 a 15	1,38 a ±0,272	1,09 a ±0,028	3,38 a ±0,640	2,63 a ±0,089	0,89 a ±0,321	0,69 a ±0,065	5,65 a ±1,168	4,40 a ±0,092
16 a 20	1,47 a ±0,251	1,01 a ±0,028	3,38 a ±0,640	2,56 b ±0,089	0,98 a ±0,321	0,70 a ±0,078	5,83 a ±1,128	4,27ab ±0,092
> 20	1,25 a ±0,189	0,85 b ±0,028	3,28 a ±0,690	2,67 a ±0,089	0,65 ab ±0,120	0,59 a ±0,045	5,47 a ±0,971	4,10b ±0,092

Médias seguidas de letra minúsculas na coluna não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste t.

O NFSen também variou apenas com a fase de rebrotação em ambas as épocas do ano ($P = 0,0186$ e $P < 0,0001$, respectivamente para o final de primavera e verão), com menores valores registrados nas fases iniciais de rebrotação (0 a 10°), comparativamente as demais fases do crescimento. O NFV manteve-se constante ao longo das fases de rebrotação no final de primavera ($P > 0,05$). No verão houve aumento em NFV da fase inicial de rebrotação até o período compreendido entre 11° e 15° dias de rebrotação, diminuindo na última fase de rebrotação ($> 20^\circ$ dia). Apesar das variações discretas no número de folhas de cada categoria em perfilhos individuais de *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*), observou-se certa estabilidade nas respostas. Em média, havia uma folha em expansão, três folhas expandidas e uma folha senescente, totalizando em torno de 5 folhas por perfilho no final de primavera. No verão, todavia, perfilhos individuais mantiveram uma folha a menos, e foram caracterizados pela presença de uma folha em expansão, duas folhas expandidas e uma folha senescente, totalizando em torno de 4 folhas por perfilho.

Para o tamanho médio da folha (TMF, em cm) e comprimento médio do colmo (CMC, em cm), houve efeito apenas da fase de rebrotação no final de primavera ($P < 0,0001$ para TMF e $P = 0,0002$ para CMC), com aumentos em ambas as variáveis ao longo da rebrotação (Tabela 7).

Tabela 7 - Tamanho médio de folhas expandidas (TMF) e comprimento médio do colmo (CMC), em cm, segundo o efeito da fase de rebrotação e severidade de desfolhação no final de primavera e verão.

	Tamanho médio de folhas		Comprimento médio do colmo	
	Final de primavera	Verão	Final de Primavera	Verão
Fases de rebrotação (dia)				
0 a 5	5,1 $\pm$ 0,50 d	5,6 $\pm$ 0,39 c	7,5 $\pm$ 0,70 e	9,5 $\pm$ 0,22 d
6 a 10	6,5 $\pm$ 0,51 c	7,5 $\pm$ 0,39 b	8,1 $\pm$ 0,70 d	10,0 $\pm$ 0,26 c
11 a 15	8,4 $\pm$ 0,50 b	9,5 $\pm$ 0,39 a	8,8 $\pm$ 0,70 c	10,7 $\pm$ 0,32 b
16 a 20	9,3 $\pm$ 0,51 a	9,4 $\pm$ 0,39 a	9,2 $\pm$ 0,70 b	11,1 $\pm$ 0,44 b
> 20	8,9 $\pm$ 0,58 ab	9,8 $\pm$ 0,40 a	9,6 $\pm$ 0,71 a	13,9 $\pm$ 0,71 a
Severidade de desfolhação				
10 cm	7,8 $\pm$ 0,55 a	7,65 $\pm$ 0,04 b	8,4 $\pm$ 0,97 a	9,9 $\pm$ 0,05 b
15 cm	7,4 $\pm$ 0,56 a	9,12 $\pm$ 0,04 a	8,9 $\pm$ 0,98 a	12,2 $\pm$ 0,05 a

Médias seguidas de letra minúsculas na coluna não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste t.

No verão, ambas as variáveis sofreram efeito da severidade de desfolhação ($P = 0,0279$ para TMF e $P = 0,0096$ para CMC) e fase de rebrotação ($P < 0,0001$ para ambas). Nessa época do ano, o TMF aumentou do período compreendido entre 0 a 15 dias de rebrotação e manteve-

se constante a partir daí, enquanto o CMC aumentou linearmente ao longo da rebrotação, atingindo os maiores valores na última fase. Para ambas as variáveis, maiores valores foram registrados quando pastejos lenientes (15 cm) foram adotados, comparativamente a adoção de pastejos severos (10 cm).

O peso médio dos perfilhos (PMP, em g/perfilho), em ambas as estações do ano, variou apenas com a fase de rebrotação ($P < 0,0001$ para ambas). Tanto no final de primavera como no verão (Figura 10), o PMP manteve-se constante da fase pós-corte até o período intermediário de rebrotação (valores médios de $0,40 \pm 0,017$ g/perfilho no final de primavera e $0,33 \pm 0,020$ g/perfilho no verão), com maiores valores atingidos na fase pré-corte (valores médios de $0,53 \pm 0,017$ g/perfilho no final de primavera e $0,51 \pm 0,020$ g/perfilho no verão).

Figura 10 – Peso médio dos perfilhos (PMP, em g/perfilho) ao longo das fases de rebrotação no final de primavera e verão. Para cada época do ano, letras minúsculas comparam médias entre fases de rebrotação ($P < 0,05$).

Fonte: Própria autoria.

A densidade populacional de perfilhos basais (DPPb) não variou com o regime de fertilização, severidade de desfolhação ou fase de rebrotação ($P < 0,05$) no final de primavera, com valores médios de $704 \pm 31,7$ perfilhos/m². Houve efeito apenas da fase de rebrotação sobre a DPPb no verão ($P = 0,0002$), onde valores similares foram registrados entre as fases pós-corte e o período intermediário de rebrotação, aumentando em cerca de 20% na fase pré-corte (Figura 10). A densidade populacional de perfilhos aéreos (DPPa) variou apenas com a fase de rebrotação tanto no final de primavera ($P = 0,0016$) quanto no verão ($P = 0,0317$). Em ambas as épocas do ano, menores valores de DPPa foram observados na fase de pós-corte

(Figura 11), aumentando em cerca de 26% e 24% na fase intermediária de rebrotação, respectivamente no final de primavera e verão, e mantendo-se constante até a fase pré-corte. Perfilhos reprodutivos (DPPr) foram registrados apenas no verão, com variações apenas em função da fase de rebrotação ($P < 0,0001$). Aumentos em DPPr foram observados ao longo das fases de rebrotação, atingindo cerca de $73 \pm 5,6$ perfilhos/m² na fase pré-corte, embora tenham representado apenas 5% da população total de plantas nessa época do ano.

Figura 11 – Densidade populacional de perfilhos basais (DPPb), aéreos (DPPa) e reprodutivos (DPPr) segundo as fases de rebrotação, no final de primavera e verão. Para cada variável e em cada época do ano, letras minúsculas comparam médias entre fases de rebrotação ($P < 0,05$).

Fonte: Própria autoria.

A densidade populacional de perfilhos totais (DPPT) no final de primavera variou apenas com a fase de rebrotação ($P = 0,0133$), enquanto no verão, houve efeito de fase de rebrotação ($P < 0,0001$), regime de fertilização ($P < 0,0001$) e interação entre fase de rebrotação x severidade de desfolhação ($P = 0,0395$). No final de primavera, a DPPT foi menor na fase pré-corte, aumentando em cerca de 9% na fase intermediária e manteve-se constante até a fase pós-corte (Figura 11). No verão, a adoção da severidade de 10 cm resultou em aumentos de cerca de 31% em DPPT da fase pós-corte para o período intermediário de rebrotação, e novo aumento de 13% do período intermediário até a fase pré-corte (Figura 12). Quando a severidade de corte

foi de 15 cm, não foram registradas diferenças significativas em DPPT entre fase pós-corte e o período intermediário de rebrotação, mas aumentos em DPPT de 17% foram registrados entre o período intermediário e a fase pré-corte.

Figura 12 – Densidade populacional de perfilhos totais (DPPT, perfilhos/m²) de acordo com a fase de rebrotação no final de primavera e interação entre fase de rebrotação x severidade de desfolhação no verão. Para cada época do ano, letras minúsculas comparam médias entre fases de rebrotação ($P < 0,05$). No verão, letras maiúsculas comparam médias entre severidades de desfolhação em cada fase de rebrotação.

Fonte: Própria autoria.

Diferenças entre as severidades de desfolhação foram registradas apenas na fase pós-corte, com maior DPPT registrada para pastos manejados sob desfolhação leniente. Todavia, valores similares de DPPT entre as severidades de desfolhação foram observados a partir da fase intermediária de rebrotação. Ao comparar os regimes de fertilização, não foram observadas diferenças em DPPT no final de primavera, mas menores valores de DPPT foram registrados em Fert.3 quando comparado aos demais regimes de fertilização no verão (Figura 13).

Figura 13 – Densidade populacional de perfilhos totais (DPPT, perfilhos/m²) segundo o regime de fertilização no final de primavera e verão. Para cada época do ano, letras maiúsculas comparam médias entre regimes de fertilização ($P < 0,05$).

Fonte: Própria autoria.

3.4 Discussão

A compreensão dos processos morfogênicos expressos pelas gramíneas forrageiras mantidas sob pastejo tem sido utilizada para nortear o manejo da desfolhação, no intuito de definir metas capazes de assegurar a rápida recuperação da área foliar sem prejuízos à produção de forragem e persistência da comunidade vegetal. Todavia, a diversidade de tipos morfológicos compreendidos no grupo das gramíneas forrageiras utilizadas em pastagens é caracterizada por arquiteturas de parte aérea que diferem amplamente entre uma espécie e outra. A morfologia de uma espécie em uma dada situação é resultado da morfogênese (CRUZ; BOVAL, 1999), o qual descreve a dinâmica de crescimento e senescência de tecidos e órgãos (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). A morfogênese possui caráter altamente dinâmico, sendo resultante da interação entre o potencial genético da espécie vegetal e características edafoclimáticas e de manejo vigentes, as quais podem ora restringir ora maximizar a expressão das características de crescimento no indivíduo, bem como afetar dinâmica de renovação dos indivíduos compondo a população de plantas (LARA; PEDREIRA, 2011).

Diferentemente do relatado para outras espécies do gênero *Brachiaria*, as quais demonstram aumentos em taxas de aparecimento (TApF) e alongamento de folhas (TAIF), bem como maiores taxas de alongamento de colmos (TAIC) em resposta a aumentos nos níveis de fertilização (ALEXANDRINO *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2009), não foram registrados

efeitos significativos dos regimes de fertilização adotados neste experimento nas características morfogênicas e estruturais em perfilhos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk), ou no peso médio de perfilhos (PMP) e densidade populacional de perfilhos basais (DPPb), aéreos (DPPA) ou reprodutivos (DPPr).

Apesar das interações registradas para TAlF (Tabela 2) e TApF (Tabela 4) no final de primavera, os valores médios ao longo do período de rebrotação ($1,20 \pm 0,116$ cm/perfilho/dia e $0,17 \pm 0,056$ folhas/perfilho/dia) não diferiram entre os regimes de fertilização. As TAlF e TApF registradas neste experimento foram superiores aos relatados por Santos *et al.* (2011), em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) manejados sob lotação contínua (25 cm), tendo como base uma adubação de manutenção de 100 kg/ha de N e K₂O e 25 kg/ha de P₂O₅, e também foram mais elevados do que os valores reportados por Lara; Pedreira (2011), adotando uma adubação de manutenção de 220 kg/ha de N e K₂O. Esses resultados permitem inferir que o manejo estabelecido permitiu a maximização do fluxo de tecidos foliares dessa espécie forrageira, mesmo nas situações onde baixos níveis de calagem e fertilização NPK foram adotados. Todavia, é comumente relatado na literatura que a aceleração do crescimento foliar, para um dado número máximo de folhas vivas passível de ser mantido ao nível de perfilho, possui como consequência direta a aceleração da senescência de folhas. Os valores médios de TSenF registrados neste experimento são superiores aos relatados por Santos *et al.* (2011) e Fagundes; Fonseca; Mistura (2006), em dosséis de *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) manejados sob lotação contínua.

Um padrão sazonal de variação em características de crescimento do indivíduo pôde ser observado, onde características associadas ao fluxo de tecidos foliares (TAlF, TApF, TSenF e NFV) foram mais intensamente expressas no final de primavera comparativamente ao verão, sendo este padrão similar ao reportado por Santos *et al.* (2011) e Fagundes; Fonseca; Mistura (2006). Tais variações entre épocas estão fortemente associadas às diferenças em morfologia relacionadas aos períodos vegetativo e reprodutivo. De fato, houve predominância de perfilhos vegetativos no final de primavera, sendo o aumento na participação de perfilhos reprodutivos amplamente associados às maiores TAIC registradas no verão.

As TAIC mantiveram-se estáveis ao longo da rebrotação durante o final de primavera, diferentemente do relatado por Pereira *et al.* (2018), que observaram incrementos nas TAIC em perfilhos individuais de *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) a partir do 15º dia de rebrotação, tanto no final de primavera quanto no verão. Aumentos nas TAIC durante o período vegetativo em gramíneas tropicais cespitosas têm sido amplamente associados a disponibilidade de luz (quantidade e qualidade) recebida e percebida pelas estruturas da planta,

cuja redução ao longo do processo de rebrotação indicam à comunidade vegetal situações potenciais de competição por recursos de crescimento. Assim, em espécies cespitosas, incrementos no alongamento dos colmos têm sido registrados nas fases finais do processo de rebrotação, quando da adoção de longos períodos de rebrotação (RODOLFO *et al.*, 2015). Sendo um processo mediado pelo ambiente luminoso, a adoção de desfolhações frequentes associadas à interrupção da rebrotação em alturas correspondentes ao ponto de IL_{95%}, tem sido efetiva no controle do alongamento de colmos para a grande maioria das gramíneas tropicais cespitosas e revelou-se efetiva também para a manutenção de TAIC estáveis ao longo da rebrotação em *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) no final de primavera. Todavia, no presente experimento, os aumentos registrados em TAIC na fase final da rebrotação no verão estiveram associadas as mudanças em morfologia da planta, passando do estágio vegetativo para o reprodutivo. As consequências desse padrão sazonal de variação são mudanças na arquitetura da parte aérea, com particular impacto sobre a altura correspondente ao ponto em que os dosséis atingem IL_{95%}. A severidade de desfolhação demonstrou ser efetiva nessa época do ano, uma vez que menores TAIC e CMC foram registrados em dosséis manejados a 10 cm resultando, conseqüentemente, na produção de folhas de menor tamanho.

Em ambas as estações do ano, houve efeito predominante da fase de rebrotação na dinâmica dos processos morfogênicos e PMP, bem como na densidade populacional em todas as classes de perfilhos avaliadas. Na fase compreendida entre a condição pós-corte e o período intermediário de rebrotação em ambas as épocas do ano, a planta manteve estável o PMP e o número de perfilhos basais, enquanto investiu em aumentos em DPPa. Enquanto o perfilhamento aéreo tem sido considerado componente pouco expressivo para maximização da área foliar e produção de forragem em espécies temperadas (KORTE; WATKIN; HARRIS, 1987), essa classe de perfilhos se revela de grande importância em espécies tropicais (MATTHEW *et al.*, 2013; DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015). Perfilhos aéreos corresponderam, em média, a 33% da população total de perfilhos, tanto no final de primavera quanto no verão, sendo este resultado similar ao reportado por Busque; Herrero (2001), em experimento conduzido na Bolívia com a mesma espécie forrageira. De forma geral, o perfilhamento aéreo parece adquirir importância maior nas fases iniciais de rebrotação e, assim, poderia ser considerado como um mecanismo plástico de rápido crescimento, no intuito de contribuir para maximização da área foliar nessa fase. A maximização em perfilhamento aéreo entre as fases iniciais e intermediária de rebrotação também foi reportada por Rodolfo *et al.* (2015) e Pereira *et al.* (2015) em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) manejados sob lotação intermitente.

Com relação aos processos morfogênicos, observou-se redução acentuada em TAlF concomitantemente ao aumento em TSenF a partir do 15º dia de rebrotação, sem alterações significativas em TApF e TAIC. Esse padrão de variação em TAlF e TSenF ao longo da rebrotação também foi observado por Pereira *et al.* (2018). Seria esperado que o aumento nos níveis de fertilização pudesse minimizar a magnitude de redução em TAlF e aumentos em TSenF o que, todavia, não ocorreu. Tais respostas indicam um fino mecanismo de controle ontogênico, o qual é bastante distinto daquele relatado para gramíneas temperadas, sendo os fatores envolvidos nesse processo em gramíneas tropicais pouco compreendidos.

A partir do período intermediário de rebrotação, a densidade populacional de perfilhos se estabilizou no final de primavera, e o investimento em tamanho de perfilhos passou a ser expresso. O aumento em PMP entre o período intermediário e a fase pré-corte, todavia, esteve mais relacionado ao aumento cumulativo no tamanho de folhas e colmos, do que a maximização no fluxo de tecidos foliares. A severidade de desfolhação demonstrou exercer pouco efeito sobre os atributos do indivíduo ou da população de plantas. Pastos manejados sob desfolhações severas (10 cm) iniciaram a rebrotação com menor DPPTotal no verão, mas esse efeito desapareceu ao longo do crescimento, atingindo, na fase pré-corte, valores similares aos dosséis manejados a 15 cm.

Enquanto os regimes de fertilização, de maneira geral, exerceram pouco impacto sobre as características morfogênicas e estruturais ou tamanho médio de perfilhos, aumentos nos níveis de calagem e fertilização causaram reduções em DPPT no verão. Morais *et al.* (2006) relataram decréscimo acentuado na densidade populacional de perfilhos basais no outono em pastos de *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) manejados sob lotação contínua a 20 cm recebendo altas doses de N (225 e 300 kg/ha de N), e atribuíram essa redução à maior mortalidade de perfilhos jovens que apareceram nos meses de fevereiro e março. No presente experimento, todavia, a menor DPPT registrada no verão refletiu um efeito cumulativo da manutenção de uma densidade populacional de perfilhos basais e aéreos discretamente menor em Fert.3 (Figura 14), embora diferenças significativas na densidade populacional associada a cada classe não tenham sido detectadas. Similarmente ao registrado no presente experimento, Pereira *et al.* (2018) demonstraram que pastos de *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) recebendo o equivalente a 1 ton/ha de calcário mantiveram menor densidade populacional total de perfilhos comparativamente aos dosséis que não receberam calagem ou àqueles que receberam 0,7 ton/ha de calcário. Os autores atribuíram essa variação a um efeito negativo da calagem sobre a população e efetividade da associação entre fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e o sistema radicular da espécie forrageira. Todavia, maiores

asserções sobre a relação entre FMA e as condições de fertilidade de solo vigentes ou regimes de fertilização estabelecidos neste experimento não podem ser feitas, dada a limitada disponibilidade de informações.

Figura 14 – Densidade populacional de perfilhos basais (DPPb, perfilhos/m²) e aéreos (DPPa, perfilhos/m²) segundo o regime de fertilização no final de primavera e verão. Para cada classe de perfilho, diferenças entre regimes de fertilização (Fert.1, Fert.2 e Fert.3) não foram significativas ($P>0,05$) em ambas as épocas do ano.

Fonte: Própria autoria.

3.5 Conclusões

Os regimes de fertilização exercem pouco impacto sobre as características morfológicas e estruturais e peso médio de perfilhos. Todavia, a adoção de Fert.3 causa reduções em densidade populacional de perfilhos totais em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) no verão. Em ambas as estações do ano, há efeito predominante da fase de rebrotação sobre a dinâmica dos processos morfológicos, que reduz a TAlF concomitante ao aumento em TSenF a partir do 15º dia de rebrotação, independentemente do regime de fertilização ou severidade de desfolhação. Na fase compreendida entre a condição pós-corte e o período intermediário de rebrotação, a planta mantém estável o PMP e o número de perfilhos basais, enquanto investe em aumentos em DPPa. As TAIC manteve estáveis ao longo da rebrotação no final de primavera, mas aumentam após o 20º dia de rebrotação no verão. Nessa época, dosséis manejados a 10 cm produzem folhas de menor tamanho, mas expressam menores TAIC e CMC.

3.6 Referências

- ALEXANDRINO, E., *et al.* Características morfogênicas e estruturais na rebrota da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de Nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.
- ALVES, J. DE S., *et al.* Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volume de água. **Acta Veterinária Brasílica**. v. 2, n. 1, p. 1-10, 2008.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. *The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management*. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- BUSQUE, J.; HERRERO, M. *Sward structure and patterns of defoliation of signal grass (Brachiaria decumbens) pastures under different cattle grazing intensities*. **Tropical Grassland**. Brisbane, v. 35, p. 193 – 204, 2001.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. *Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation*. In: **Proceedings of the XVIIth International Grassland Congress**. Palmerston North, New Zealand. 1993, p. 95-104.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. *Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses*. In: LEMAIRE, G. *et al.* **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Edited and revised versions of papers presented at an international conference held in Curitiba, Paraná, Brazil. Ed: CABI Publishing. 1999, cap. 8, p. 151- 168.
- DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. *Foraging behavior and herbage intake in the favorable tropics/sub-tropics*. In.: *Grassland: a global resource*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p. 81-95, 2005.
- DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. *Ecophysiology of c4 forage grasses- understanding plant growth for optimizing their use and management*. **Agriculture**. v. 5, n. 3, p. 598-625, 2015.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed., Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.1, p.21-29. 2006.
- KENWARD M.G.; ROGER J.H. *Small Sample Interference for Fixed Effects from Restricted Maximum Likelihood*. In: *International Biometric Society*, v.53, n.3, p.983-997, 1997.
- KORTE, C. J.; WATKIN, B. R; HARRIS, W. *Tillering in 'Grasslands Nui' perennial ryegrass swards 3. Aerial tillering in swards grazed by sheep*. **New Zealand Journal of Agricultural Research**. v. 30:1, p. 9-14, 1987.

LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 46, n. 7, p. 760-767, jul. 2011.

LITTELL, R.C., *et al.* Tutorial in biostatistics: Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statist. Med.** v.19, p. 1793-1819, 2000.

MATTHEW, C., *et al.* Tiller dynamics of grazed swards. In LEMAIRE, G., *et al.* (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, CAB International, Wallingford, UK, 2002. p. 127-150. 2000.

MORAIS, R.V. de, *et al.* Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, p.380-388, 2006.

PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J.; PORTELA, J. N. *Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (Brachiaria decumbens) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception.* **Crop & Pasture Science**. v. 68, p. 62-73, 2017.

PEREIRA, L. E. T., *et al.* Herbage utilisation efficiency of continuously stocked marandu palisade grass subjected to nitrogen fertilisation. **Scientia agricola**, v. 72, p. 114-123, 2015.

PEREIRA, L. E. T., *et al.* Morphological adaptations of signal grass in response to liming and cutting severities. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 48, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2018.

PIMENTEL, R. M. *et al.* Ecofisiologia de plantas forrageiras. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia – PUBVET**. v.10, n.9, p.666-679, set., 2016.

PORTELA, J. N. **Intensidade e frequência de desfolhação como definidores da estrutura do dossel, da morfogênese e do valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk sob lotação intermitente.** 2010, 177 p. Tese (Doutorado) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 46, n. 3. p. 315-322, 2011.

RAIJ, B. V. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997.

RODOLFO, G. R., *et al.* Levels of defoliation and regrowth dynamics in elephant grass swards. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p. 1299-1304, 2015.

SANTOS, L. C., *et al.* Características morfogênicas de Braquiárias em resposta a diferentes adubações. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 221-226, 2009.

SANTOS, M. E. R., *et al.* Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.11, p.2323-2331, 2011.

4. METAS DE ALTURA PARA O MANEJO DA *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) DE ACORDO COM REGIMES DE FERTILIZAÇÃO E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO

Resumo: A necessidade de adoção de regimes adequados de fertilização adquire elevada importância, quando estratégias de manejo caracterizadas por desfolhações frequentes são adotadas. Nessa situação, a absorção de nutrientes do solo e exportação destes junto aos tecidos colhidos por corte ou pastejo é maior, de forma que a ausência de calagem associada a baixa reposição de nutrientes via fertilização pode causar restrições ao crescimento, processo este que pode ser acentuado se associado a adoção de desfolhações severas. O objetivo do experimento foi compreender os efeitos das combinações entre os regimes de fertilização e severidades de desfolhação sobre a massa de forragem e sua composição morfológica, índice de área foliar (IAF) e produção de forragem de pastagens de *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) durante as épocas de final da primavera e verão. O experimento foi realizado na USP/FZEA, de outubro de 2016 a março de 2017, compreendendo as estações de final de primavera e verão. Os tratamentos corresponderam a três regimes de fertilização, caracterizados por distintos níveis de calagem e adubação com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), a fim de elevar a saturação de base (V%) e o conteúdo de nutrientes à: Fert.1= V% de 35 + 1% K/CTC + 9 mg/dm³ de P no solo + 40 kg de N/ha por ano; Fert.2= V% de 50 + 2% K/CTC + 12 mg/dm³ de P no solo + 60 kg de N/ha por ano; e Fert.3= V% de 65 + 3% K/CTC + 15 mg/dm³ de P no solo + 80 kg de N/ha por ano, e duas severidades de corte (resíduo de 15 e 10 cm). Os tratamentos foram organizados em um arranjo fatorial 3 x 2 e distribuídos em um delineamento em blocos completos casualizados com três repetições (piquetes de 80 m²). Maiores níveis de fertilização não resultaram em aumentos no acúmulo ou produção total de forragem em dosséis de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk). Todavia, a adoção de Fert.2 ou Fert.3 resulta em melhor distribuição da forragem produzida entre as épocas de final de primavera e verão. A severidade de desfolhação correspondente ao resíduo de 10 cm favorece a manutenção de maior proporção de folhas na condição pré-corte, independentemente do regime de fertilização. Atributos da estrutura do dossel se modificam de forma marcante com a época do ano. Como consequência, a altura correspondente ao ponto de IL_{95%} difere entre o final de primavera e verão, sendo esse padrão de resposta independente do regime de fertilização ou severidade de desfolhação.

Palavras-chave: Acúmulo de forragem; Fertilidade do solo; Manejo de pastagens

Abstract: The need for the adoption of adequate fertilization regimes acquires great importance, when management strategies characterized by frequent defoliation are adopted. In this situation, the absorption of nutrients from the soil and export these with the tissues collected by cutting or grazing is greater, so the absence of setting associated with low nutrient replenishment via fertilization can cause restrictions on growth, this process can be accentuated if associated with the adoption of severe defoliation. The goal of the experiment was to understand the effects of combinations of fertilization regimes and severities of defoliation treatment on forage mass and your morphological composition, leaf area index (LAI) and production of fodder from pastureland of *B. decumbens* cv. Basilisk (SYN. *Urochloa decumbens* Stapf. R. d. Webster cv. Basilisk) during the times of late spring and summer. The experiment was conducted at USP/FZEA, October 2016 to March 2017, comprising the stations of late spring and summer. The treatments were the three fertility regimes, characterized by

different levels of liming and fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), in order to raise the base saturation (V%) and the content of the nutrients: Fert. 1 = V% of 35 +1% K/CTC + 9 mg/dm³ of P in soil + 40 kg N/ha per year; Fert. 2 = V% of 50 + 2% K/CTC + 12 mg/dm³ of P in soil + 60 kg N/ha per year; and Fert. 3 = V% of 65+ 3% K/CTC + 15 mg/dm³ of P in soil + 80 kg N/ha per year, and two severities (residue of 15 and 10 cm). Treatments were arranged in a 3 x 2 factorial arrangement and distributed in a randomized complete block design with three replications (80 m² pickets). Higher levels of fertilization not resulted in increases in accumulation or total production of fodder in canopies of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (SYN. *Urochloa decumbens* Stapf. R. d. Webster cv. Basilisk). However, the adoption of Fert. 2 or Fert. 3 results in better distribution of forage produced between the times of late spring and summer. The severity of defoliation corresponding to the residual 10 cm favors the maintenance of highest proportion of pre-cut sheets provided, regardless of the system of fertilization. Canopy structure attributes change markedly with the time of year. As a result, the height corresponding to the point of IL_{95%} differs between the late spring and summer, and this pattern of response independent of the fertilization regime or severity of defoliation treatment.

Keywords: Leaf elongation; Soil fertility; Pastures management

4.1 Introdução

Grandes avanços com relação ao manejo de pastagens têm sido obtidos no Brasil nos últimos anos. Metas adequadas de manejo têm sido estabelecidas para as gramíneas tropicais perenes de maior expressão no cenário produtivo nacional, incluindo as espécies do gênero *Brachiaria*. Neste contexto, em dosséis mantidos sob lotação intermitente, a identificação de alturas pré e pós-pastejo (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2007) compatíveis com os limites de tolerância de uma dada espécie forrageira consiste em um dos fatores primários para manutenção da produtividade e persistência das gramíneas tropicais perenes (DA SILVA; SBRISIA; PEREIRA, 2015). Isto ocorre porque os potenciais benefícios da adoção de práticas agronômicas como a calagem e adubação são perdidos quando essas metas não são levadas em consideração (GIMENES *et al.*, 2011).

Dentro do gênero *Brachiaria*, a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R.D. Webster cv. Basilisk) consiste em importante opção na composição de sistemas de pastagens, devido à sua capacidade inerente em suportar curtos eventos de restrição hídrica (VALLE; EUCLIDES; MACEDO, 2000; GUENNI; MARÍN; BARUCH, 2002). Além de manter-se produtiva em condições de solo consideradas restritivas para outras espécies, tais como quando cultivada em solos ácidos e de baixa fertilidade natural, além de ser considerada tolerante a altos níveis de saturação por alumínio (WERNER; PAULINO; CANTARELLA,

1996) e capaz de manter ou até mesmo aumentar a produção de forragem sob condições de sombreamento moderado (LOPES *et al.*, 2017).

Apesar disso, metas de manejo de pastos de *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) mantidos sob lotação intermitente ainda não foram claramente definidos. Braga *et al.* (2009) observaram que longos períodos de rebrotação, correspondendo a aproximadamente 40 dias durante o verão, resultaram em maiores taxas diárias de acúmulo de forragem e maior produção de folhas em comparação à adoção de pastejos frequentes em *B. decumbens* cv. Basilisk (PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017). No entanto, as vantagens da adoção de longos períodos de descanso foram contrabalançadas pela maior proporção de colmos e material morto na massa de forragem em pré-pastejo (BRAGA *et al.*, 2009), os quais resultaram em forragem com pior estrutura resultando em baixo valor nutritivo (PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017). Baseado nisto, alturas pré-pastejo variando entre 16 a 30 cm têm sido indicadas como metas de manejo durante as estações quentes e chuvosas para esta gramínea, no intuito de manter um equilíbrio entre a produção de forragem, de folhas e valor nutritivo (BRAGA *et al.*, 2009; PORTELA; PEDREIRA; BRAGA, 2011; PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017).

Essas amplitudes de manejo para a altura pré-pastejo corresponderam a variações em interceptação luminosa (IL) entre 95% e o ponto de máxima IL, enquanto alturas de resíduo fixas em torno de 10 cm foram recomendadas, e corresponderam a remoção da altura inicial variando de 32,5% a 66% (PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017). Todavia, para a grande maioria das espécies tropicais, severidades de desfolhação consideradas dentro dos limites de tolerância das plantas seriam aquelas que preconizam remoção da altura inicial da ordem de 40 a 60% (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015). Lopes *et al.* (2017), estudando o desempenho da *B. decumbens* (syn. *Urochloa decumbens*) a pleno sol ou sob condições de sombreamento em sistemas silvipastoris, adotaram alturas pré-corte de 40 cm, associadas a um resíduo de 15 cm, o que correspondeu a remoção de 63% da altura inicial, enquanto Gama *et al.* (2013), em estudo para recuperação de pastagens degradadas, adotaram alturas pré- e pós-corte de 40 e 10 cm, respectivamente, com resíduo correspondendo a remoção de 75% da altura inicial. Segundo Pedreira; Braga; Portela (2017), a elevada plasticidade fenotípica da *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) permite a utilização de alturas pré e pós-pastejo distintas em diversos trabalhos, sem que efeitos negativos sobre a produção de forragem sejam expressivos, desde que as pastagens sejam adequadamente fertilizadas.

A adoção de regimes adequados de fertilização adquire maior importância quando estratégias de manejo caracterizadas por desfolhações frequentes são adotadas, tais quais aquelas impostas, quando a meta de 95% de IL é preconizada. Nessa situação, a absorção de nutrientes do solo e exportação destes junto aos tecidos colhidos pelo animal ou corte é maior, de forma que a ausência de calagem associada a baixa reposição de nutrientes via fertilização pode causar restrições ao crescimento, incorrendo em perda gradual da capacidade produtiva e da persistência da comunidade vegetal, processo este que pode ser acelerado se associado a adoção de desfolhações severas.

No intuito de definir metas de manejo para pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) submetidos a distintos regimes de fertilização, foram analisados os efeitos de combinações entre níveis de calagem e doses de fertilizantes (NPK) sobre a estrutura do dossel e produção de forragem. Para cada regime de fertilização, os dosséis foram submetidos a duas severidades de corte (alturas de resíduo de 10 e 15 cm). A hipótese testada considera que existe uma interação entre os regimes de fertilização e a severidade de corte, de forma que: i) alturas pós-corte de 10 cm favorecem a produção de forragem em pastagens recebendo maiores níveis de calagem e fertilização, mas é esperado que a adoção de maiores alturas pós-corte (15 cm) favoreça recuperação rápida do dossel e proporcionem maior produção de forragem em pastagens recebendo baixos níveis calagem e fertilização. Neste sentido, o objetivo do experimento foi compreender os efeitos das combinações entre os regimes de fertilização e severidades de desfolhação na massa de forragem e sua composição morfológica, índice de área foliar (IAF) e produção de forragem de pastagens de *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) durante as épocas de final da primavera e verão, correspondentes a estação chuvosa na região sudeste do Brasil.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo (USP/FZEA), em Pirassununga, Estado de São Paulo, Brasil (21° 36' N; 47° 15' W, 620 m) de setembro de 2016 a março de 2017. O relevo da área experimental é moderadamente ondulado e o solo é classificado como um Latossolo vermelho distrófico conforme metodologia da Embrapa (2013). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é subtropical com inverno seco (Cwa), e a precipitação total do período experimental foi 1.272 mm. As temperaturas médias mensais foram de 23 °C durante o final da primavera (outubro e

novembro de 2016) e 25 °C durante o verão (dezembro de 2016 a março de 2017). Os dados climáticos do período compreendido entre os meses de janeiro de 2016 a julho de 2017, obtidos na estação meteorológica da Fazenda Aeronáutica de Pirassununga, localizada a 30 km da área experimental, estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1 – Médias das temperaturas mensais máximas e mínimas (°C) e precipitação mensal (mm) de janeiro de 2016 a julho de 2017, em Pirassununga, SP.

Fonte: Fazenda Aeronáutica de Pirassununga.

A pastagem de *B. decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) foi estabelecida em novembro de 2012, em uma área experimental composta por 18 piquetes de 80 m² (10 m x 8 m) cada, e foi mantida sob crescimento livre sem manejo ou adubação até novembro de 2014. Durante a época de crescimento de 2015/2016, a área foi submetida a um experimento prévio, que serviu para determinar as alturas de resíduo que foram utilizadas no presente estudo. Durante esse período, foi estabelecido três níveis de fertilidade do solo (ver detalhes em PEREIRA *et al.*, 2018), onde seis parcelas não receberam calagem, seis receberam a quantidade de 0,7 ton/ha e outras seis parcelas receberam a quantidade de 1,0 ton/ha (correspondendo, respectivamente, a Fert.1; Fert.2 e Fert.3 no presente estudo), aplicado em abril de 2015. A adubação de manutenção anual para este período foi equivalente a 106,5 kg/ha de N, 52,5 kg/ha de P₂O₅ e 35 kg/há de K₂O, realizado em três aplicações: novembro de 2015, dezembro de 2015 e janeiro de 2016. As atividades deste

experimento tiveram início no ano de 2016, com a uniformização das parcelas a 5 cm de altura no mês de julho.

Os tratamentos experimentais corresponderam a três regimes de fertilização, caracterizados por calagem para elevar a saturação de base do solo (V%) e adubação com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), os quais correspondentes a: **Fert.1** = V% de 35% + 17,3 kg de K_2O/ha + 1,7 kg de P_2O_5/ha + 40 kg de N/ha por ano; **Fert.2** = V% de 50% + 94,4 kg de K_2O/ha + 18,3 kg de P_2O_5/ha + 60 kg de N/ha por ano; **Fert.3** = V% de 65% + 173,6 kg de K_2O/ha + 31,7 kg de P_2O_5/ha + 80 kg de N/ha por ano. Essas dosagens foram definidas com o objetivo de construir distintos níveis de fertilidade do solo, onde Fert.1 = V% de 35, 1% K/CTC e 9 mg/dm³ de P no solo; Fert.2 = V% de 50, 2% K/CTC e 12 mg/dm³ de P no solo; e Fert.3 = V% de 65, 3% K/CTC e 15 mg/dm³ de P no solo. Os fertilizantes utilizados como fonte de N, P e K foram, respectivamente, uréia recoberta com cobre e boro (FHnitro), fosfato monoamônio (MAP) e cloreto de potássio (KCl), as quantidades de cada aplicação encontram-se no apêndice 1. Para cada regime de fertilização, os dosséis foram submetidos a duas severidades de corte, correspondentes a alturas de resíduo de 15 (leniente) e 10 (severo) cm. Os tratamentos foram organizados em um arranjo fatorial 3 x 2 e distribuídos em um delineamento de blocos completos ao acaso com três repetições (Figura 2).

Figura 2 – Foto aérea com croqui da área experimental, em Pirassununga, SP.

Fonte: Própria autoria.

Para determinação da necessidade de calagem, o solo foi amostrado a uma profundidade de 20 cm e analisado em abril de 2016 (Tabela 1). Com base nos resultados determinou-se a quantidade de calcário a ser aplicado para atingir os níveis de V% respectivos a cada tratamento. A quantidade de calcário foi definida de acordo com as recomendações de Raij *et al.* (1997) para o estado de São Paulo, Brasil, utilizando-se a equação:

$$\text{Calcário (Mg/ha)} = [\text{CTC} * (\text{V2\%} - \text{V1\%})] / (\text{PRNT\%} * 10) \quad (1)$$

em que CTC representa a capacidade de troca de cátions do solo, V2% representa a saturação por bases do solo desejada, V1% a saturação por bases do solo observada na análise (real) e PRNT% é o poder relativo de neutralização total do calcário (%). Foi utilizado o calcário dolomítico com 85% de PRNT. A calagem foi realizada em agosto de 2016, e o calcário foi distribuído manualmente em lanço e em superfície sem incorporação (Figura 3).

Figura 3 – Aplicação do calcário em lanço em superfície (A) e fertilizantes nitrogenado e potássico (B).

Fonte: Própria autoria.

Em outubro de 2016, o solo foi novamente amostrado e analisado para a recomendação das adubações fosfatada e potássica, dando início à coleta de dados experimentais. A aplicação de fósforo (dose total) e potássio (potassagem) foi realizada em todos os piquetes no mês outubro de 2016. A adubação de manutenção com N e K foi dividida em duas aplicações, uma no final de primavera (nov a dez/2016) utilizando apenas a fonte de nitrogênio e outra no verão (jan/2017) utilizando a relação de 1:0,8 (nitrogênio;potássio), conforme as unidades

experimentais entravam em pós-corte para ambas as épocas. Todos os fertilizantes foram aplicados de forma manual em lanço e em superfície. Em agosto de 2017, foi realizada nova amostragem e análise do solo para verificação da disponibilidade remanescente de nutrientes (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado da análise de solo (0-20 cm de profundidade) associado a cada nível de fertilização ao início (outubro/2016) e final (agosto/2017) do período experimental.

	Fert.1		Fert.2		Fert.3	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
pH (CaCl ₂)	4,3	4,7	4,4	5,1	4,8	5,5
Pres (mg/dm ³)	8,8	12,3	10,6	11,8	11,8	14,9
S (mg/dm ³)	6,0	11,4	14,8	7,7	15,0	9,7
Kres (mmol/dm ³)	0,6	2,0	0,6	2,5	0,6	3,4
Ca (mmol/dm ³)	11,8	14,8	14,8	20,0	19,6	35,8
Mg (mmol/dm ³)	4,2	5,3	4,8	5,2	6,0	7,5
H+Al (mmol/dm ³)	45,5	30,7	43,8	28,4	41	24,1
M.O. (g/kg)	14,8	21,6	22,3	21,5	24	22,6
CTC (mmol/dm ³)	62,2	52,8	64,2	56,0	67,5	70,9
V%	12,9*	41,7	36,4*	49,3	55,8*	65,2

*Resultado da análise de abril de 2016. Pres – fósforo resina; S – enxofre; Kres – potássio resina; Ca – cálcio; Mg – magnésio; H+Al – acidez potencial; M.O. – matéria orgânica; CTC – capacidade de troca de cátions; V% - saturação por bases do solo.

O critério para definir a condição pré-corte foi o momento em que o dossel interceptava 95% da radiação solar fotossinteticamente ativa (IL_{95%}), segundo as recomendações de Portela; Pedreira; Braga (2011). Os cortes dos piquetes foram realizados com auxílio de roçadora costal e após o corte o material roçado era removido dos piquetes com auxílio de rastelo, e o período compreendido entre os meses de agosto a início de outubro foi considerado como período de adaptação. O período experimental foi correspondente a outubro de 2016 até março de 2017, compreendendo as estações de final da primavera (outubro a dezembro) e verão (janeiro a março).

A interceptação luminosa (IL) do dossel foi monitorada a fase pós-corte até que os pastos atingissem a condição de IL_{95%} utilizando-se de um analisador de dossel LAI-2000 (LICOR, Lincoln, Nebraska, EUA), com duas leituras por semana e aumentando a frequência conforme aproximava da IL_{95%}. As leituras foram realizadas em duas áreas amostrais por

piquete, sendo que em cada um deles foram tomadas uma leitura acima do dossel e cinco ao nível do solo, totalizando 10 leituras por unidade experimental (Figura 4). A mensuração da IL foi possível caracterizar as fases de pré-corte ($IL_{95\%}$), fase intermediária (resultado da soma da $IL_{95\%}$ com a $IL_{pós}$ dividida por dois) e pós-corte.

Figura 4 – Leitura da interceptação luminosa: aparelho LAI – 2000 (A), medida de interceptação luminosa acima do dossel (B) e medida de interceptação luminosa ao nível do solo (C).

Fonte: Própria autoria.

Altura média do dossel foi mensurada no pós-corte e quando a pastagem atingia a condição pré-corte. Em cada procedimento de avaliação foram tomadas 20 leituras em pontos aleatórios dentro de cada piquete, utilizando-se régua graduada em centímetros (cm) e com auxílio de um anteparo para padronização (folha de acetato), ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Mensuração da altura do dossel com auxílio da régua graduada e anteparo.

Fonte: Própria autoria.

A altura de cada ponto correspondeu à altura média em torno do anteparo, e a média dos 20 pontos correspondeu à altura média da unidade experimental (Tabela 2).

Tabela 2 – Média das alturas pós e pré-corte e a duração da rebrotação média para cada tratamento do período experimental nas fases de pós e pré-corte.

	Final de Primavera			Verão		
	Pós (cm)	Pré (cm)	DR (dias)	Pós (cm)	Pré (cm)	DR (dias)
Fert.1/10cm	10,2	20,4	27	11,2	30,1	35
Fert.1/15cm	14,4	21,9	18	15,2	35,4	33
Fert.2/10cm	11,1	20,0	19	11,0	32,2	33
Fert.2/15cm	14,4	21,2	16	15,2	28,6	27
Fert.3/10cm	9,9	23,3	31	11,0	37,3	37
Fert.3/15cm	14,9	26,7	21	15,2	35,3	32

DR – Duração da rebrotação.

Para determinar a massa de forragem, duas amostras em cada piquete foram coletadas ao nível do solo, usando-se uma armação metálica de 0,50 m x 0,50 m (0,25 m²) e o auxílio de uma tesoura de poda (Figura 6).

Figura 6 – Coleta de amostras para determinação da massa de forragem: material utilizado (A) e forragem coletada e armazenada (B).

Fonte: Própria autoria.

Após o corte, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para mensuração do peso fresco. Após a pesagem, as duas amostras foram homogeneizadas e separadas em duas sub-amostras de 150 g cada, sendo uma para determinar o teor de matéria seca (MS) e outra para separação manual dos componentes morfológicos: folhas (lâminas foliares), colmos (bainhas + colmos) e material morto (Figura 7).

Figura 7 – Separação da amostra de massa de forragem: pesagem da sub-amostra (A), componentes morfológicos separados (B) e amostras em processo de secagem (C).

Fonte: Própria autoria.

Após a separação dos componentes morfológicos, a área foliar (AF) foi medida com um planímetro eletrônico LI-COR 3100 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA), ilustrado na Figura 8, e a área foliar específica (AFE) determinada pela relação AF e massa seca de folhas (cm^2/g). O índice de área foliar (IAF) foi então calculado com a seguinte equação:

$$\text{IAF} = \text{MF} (\text{g}/\text{m}^2) \times \text{PF}(\%) \times \text{AFE} (\text{cm}^2/\text{g}) \quad (2)$$

em que, MF representa a massa de forragem total, PF a proporção de folhas, determinada a partir da amostra de composição morfológica, AFE a área foliar específica. Os componentes morfológicos foram secos em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C , até massa constante, e os dados foram utilizados para calcular a massa de forragem ($\text{kg MS}/\text{ha}$).

A taxa da produção de forragem ($\text{kg MS}/\text{há}/\text{dia}$) foi determinada pela diferença entre a massa de forragem pré e pós-corte dividida pela duração da rebrotação em cada ciclo. A média

das taxas de produção dos ciclos avaliados no final de primavera e no verão, multiplicado pelo período, em dias, correspondente a duração de cada estação do ano (28 de outubro a 21 de dezembro, totalizando 54 dias para o final de primavera e 22 de dezembro a 25 de março, totalizando 93 dias no verão), resultou na produção total de forragem por época do ano. A produção total de forragem foi determinada como o somatório da produção do total de forragem do final de primavera e do verão para cada nível de fertilidade do solo.

Figura 8 – Leitura da área foliar no LI-COR 3100.

Fonte: Própria autoria.

A análise da variância foi realizada com o procedimento MIXED, utilizando-se o *Software SAS*[®], versão 9.3 para Windows[®]. A análise da variância para altura do dossel, interceptação luminosa, massa de forragem e dos componentes morfológicos, e IAF foi realizada separadamente para as condições pós e pré-corte, considerando regimes de fertilização, severidades de desfolhação, estação do ano e suas interações, bem como os blocos como fatores fixos. A estação do ano foi considerada medida repetida no tempo. A matriz de covariância utilizada para essas variáveis foi VC. A análise da variância para o acúmulo de forragem e duração da rebrotação foram realizadas considerando regimes de fertilização, severidades de desfolhação, estação do ano e suas interações, bem como os blocos como fatores fixos. A estação do ano foi considerada medida repetida no tempo. A matriz de covariância utilizada para o acúmulo de forragem foi VC e para duração da rebrotação foi CSH. Na análise da produção total de forragem do período experimental, os regimes de fertilização, severidades

de desfolhação e suas interações, bem como os blocos foram considerados fatores fixos. A matriz de covariância utilizada foi VC. Para todas as variáveis, a correção de graus de liberdade foi feita pelo método de Kenward & Roger (1997) (DDFM = KR). Quando apropriado, médias foram calculadas utilizando o 'LSMEANS', comparações foram feitas usando a opção 'PDIF = ALL', sendo que diferenças significativas foram declaradas quando $P < 0,05$.

4.3 Resultados

As alturas na condição pós-corte foram mantidas de acordo com as metas pré-definidas, com valores médios de $10,4 \pm 0,17$ cm e $14,4 \pm 0,17$ cm no final de primavera e $11,1 \pm 0,17$ cm e $15,3 \pm 0,17$ cm no verão, respectivamente, para as severidades de desfolhação de 10 e 15 cm.

O índice de área foliar (IAF) pós-corte não sofreu efeito dos fatores isolados ou das interações ($P > 0,05$). A massa de forragem (MFor) pós-corte variou com a severidade de desfolhação ($P = 0,0348$) e com a época do ano ($P = 0,0062$). Maior MFor foi registrada para a severidade de 15 cm comparado a 10 cm. No final de primavera foi observada menor MFor em relação ao verão (Tabela 3). Houve efeito da época do ano ($P = 0,0346$) na massa de folhas (MFolha) pós-corte, sendo que maiores valores foram observados no final de primavera comparativamente ao verão. A MFolha remanescente correspondeu a 27,7% da massa de forragem total no final de primavera e 18,5% no verão.

A massa de colmos (MColmo) pós-corte variou com a severidade de desfolhação ($P = 0,0437$) e época do ano ($P = 0,0084$), com maiores valores registrados para a altura de 15 cm, e durante o verão. A participação deste componente na massa de forragem pós-corte correspondeu a 39,9% no final de primavera e 40,2% no verão. A massa de material morto (MMorto) pós-corte variou com a estação do ano ($P = 0,0001$), com maiores valores observados no verão, correspondendo a 41,3% da MFor, comparado ao final de primavera, cuja proporção com relação a MFor foi de 32,4%.

Tabela 3 – Índice de área foliar (IAF), massa de forragem (MFor) e massa de folhas (MFolha), colmos (MColmo) e massa de material morto (MMorto), em kg MS/ha, na condição pós-corte em função do regime de fertilização, severidades de desfolhação e estação do ano.

	IAF	MFor	MFolha	MColmo	MMorto
Regime de Fertilização					
Fert.1	0,88 a	2758 a	694 a	1067 a	997 a
Fert.2	0,88 a	3059 a	662 a	1246 a	1150 a
Fert.3	0,66 a	2568 a	542 a	1046 a	979 a
E.P.M.	±0,070	±142,2	±48	±62,6	±69,8
Severidades de desfolhação					
10 cm	0,75 a	2595 b	579 a	1037 b	978 a
15 cm	0,86 a	2995 a	687 a	1203 a	1106 a
E.P.M.	±0,057	±116,1	±39,2	±51,1	±57,0
Estação do Ano					
Final de Primavera	0,88 a	2523 b	699 a	1007 b	817 b
Verão	0,73 a	3067 a	567 b	1234 a	1266 a
E.P.M.	±0,057	±116,1	±39,2	±51,1	±57,0

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t ao nível de significância de 5%.

Na fase pré-corte, o IAF variou com a severidade de desfolhação ($P=0,0205$), época do ano ($P=0,0375$) e com a interação entre regime de fertilização x severidade de desfolhação x época do ano ($P=0,0463$). A adoção de cortes a 10 cm resultou em maior IAF pré-corte para Fert.3 no final de primavera (Figura 9), mas não houve diferença entre os regimes de fertilização nessa época quando a severidade de 15 cm foi adotada. Não foram registradas diferenças significativas entre os regimes de fertilização em quaisquer das severidades de desfolhação avaliadas durante o verão.

Figura 9 – Índice de área foliar (IAF) do pré-corte segundo a interação regime de fertilização (Fert.1, 2 e 3) x severidade de desfolhação (10 e 15cm) x época do ano. Para cada época do ano, letras maiúsculas comparam regimes de fertilização em cada severidade de desfolhação. Letras minúsculas comparam severidades de desfolhação em cada regime de fertilização. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Fonte: Própria autoria

Para MFor pré-corte houve apenas efeito de época do ano ($P=0,0024$), e as maiores médias foram registradas no verão em relação ao final de primavera (Tabela 4). A MFolha pré-corte variou com a severidade de desfolhação ($P=0,0224$), sendo superior no resíduo de 10 cm. Folhas representaram 41,9 % e 36,8 % da massa de forragem pré-corte no final de primavera e verão, respectivamente. A MColmo pré-corte foi afetada pela época do ano ($P=0,0004$), com maiores valores observados no verão em relação ao final de primavera. Colmos representaram 37,6 % e 41,0 % da MFor pré-corte no final de primavera e verão, respectivamente. Por fim, na composição morfológica, a MMorto pré-corte foi influenciada pelo regime de fertilização, severidades de desfolhação e estação do ano ($P=0,0181$; $P=0,0053$ e $P=0,0136$, respectivamente). O tratamento Fert.3 foi o que proporcionou menor MMorto em relação a Fert.1 e Fert.2, os quais não diferiram entre si, enquanto no resíduo de 15 cm, o capim-braquiária apresentou maior MMorto no pré-corte em relação a 10 cm. No verão houve maior massa de material morto comparado ao final de primavera, sendo que este componente representou 20,5 % e 22,2 % da MFor pré-corte no final de primavera e verão, respectivamente.

Tabela 4 - Massa de forragem (MFor), massa de folhas (MFolha), colmos (MColmo) e material morto (MMorto), kg MS/ha, na condição pré-corte em função da estação do ano, severidades de desfolhação e regime de fertilização.

	MFor	MFolha	MColmo	MMorto
Regimes de fertilização				
Fert.1	4578 a	1769 a	1772 a	1037 a
Fert.2	4774 a	1792 a	1853 a	1129 a
Fert.3	4586 a	1900 a	1873 a	812 b
E.P.M.	±149,4	±73,0	±73,4	±65,7
Severidades de desfolhação				
10 cm	4699 a	1934 a	1907 a	858 b
15 cm	4593 a	1707 b	1759 a	1127 a
E.P.M.	±122,0	±59,6	±60,0	±53,6
Épocas do ano				
Final de Primavera	4317 b	1809 a	1624 b	883 b
Verão	4975 a	1832 a	2041 a	1102 a
E.P.M.	±122,0	±59,6	±60,0	±53,6

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$).

A duração da rebrotação foi afetada pela severidade de desfolhação ($P=0,0106$) e pela época do ano ($P<0,0001$). Dosséis submetidos ao resíduo de 10 cm levaram mais tempo ($30\pm1,4$ dias) para atingir $IL_{95\%}$ em relação àqueles submetidos aos cortes a 15 cm ($24\pm1,4$ dias). No verão, o capim-braquiária apresentou maior tempo de rebrotação ($32\pm1,8$ dias) comparado ao final de primavera ($22\pm0,5$ dias). Não houve efeitos significativos de fatores isolados ou interações ($P>0,05$) para a produção de forragem por época (PFépoca) e produção total de forragem (PTF) no período experimental. Os valores médios do PFépoca correspondentes aos 54 dias do final de primavera foram $3710 \pm 905,4$ kg MS/ha em Fert.1, $4970 \pm 905,4$ kg MS/ha em Fert.2 e $4504 \pm 905,4$ kg MS/ha em Fert.3 kg MS/ha e $5826 \pm 905,4$ kg MS/ha em Fert.1, $5806\pm905,4$ kg MS/ha em Fert.2 e $5568\pm905,4$ kg MS/ha em Fert.3 nos 93 dias correspondentes ao verão. A PTF do período experimental (147 dias) foi $9535\pm1116,1$, $10775\pm1116,1$, $10073\pm1116,1$ kg MS/ha, respectivamente para Fert.1, Fert.2 e Fert.3.

4.4 Discussão

A severidade de desfolhação representa uma importante decisão de manejo, uma vez que modula a composição morfológica e o IAF remanescente, componentes da estrutura do dossel responsáveis pela recuperação da planta nas fases iniciais da rebrotação (RODRIGUES *et al.*, 2014; PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017). Para a maior parte das gramíneas tropicais perenes, a adoção de desfolhações severas (remoção de mais de 60% da altura inicial) resulta em baixo IAF e massa de forragem residual logo após o pastejo. Como consequência da baixa superfície foliar para interceptação da radiação nessa fase, são necessários longos períodos de rebrotação para recuperação da planta, comparado com a adoção de desfolhações lenientes (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA 2015). Entretanto, neste experimento, as severidades de desfolhação não geraram diferenças significativas em IAF, MFolha e MMorto do capim-braquiária na condição pós-corte. Além disso, apesar da menor massa de forragem (MFor) e massa de colmo pós-corte e períodos de rebrotação mais longos quando cortes a 10 cm foram adotados, dosséis submetidos às severidades 10 ou 15 cm atingiram a condição pré-corte com MFor similares.

Os impactos das severidades de desfolhação foram mais pronunciados sobre a composição morfológica dos dosséis na condição pré-corte. Portela; Pedreira; Braga (2011) observaram que a adoção da meta pós-pastejo de 10 cm favorece a renovação da população e viabiliza a manutenção de maior densidade populacional de perfilhos em dosséis de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk), estabelecendo uma população de perfilhos mais jovens. Uma vez que os perfilhos jovens possuem alta taxa de aparecimento e alongamento de folhas comparado aos perfilhos maduros e velhos (PAIVA *et al.*, 2012), a adoção de desfolhações severas, resultante da altura pós-corte de 10 cm no presente experimento, favoreceu a manutenção de maior MFolha e menor MMorto na condição pré-corte, além de benefícios para o IAF em Fert.3 no final de primavera.

A literatura tem reportado que a severidade de desfolhação exerce menor impacto na persistência e produtividade do dossel, quando as alturas pré-pastejo são definidas com base nos limites de tolerância das gramíneas tropicais perenes à desfolhação. Nesse sentido, severidades de desfolhação equivalentes a remoção de 40 a 60% da altura pré-pastejo durante a fase de crescimento vegetativo do dossel parecem compreender uma amplitude adequada de manejo (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015; EUCLIDES *et al.*, 2018). No presente trabalho, as severidades de desfolhação de 10 e 15 cm corresponderam a uma remoção de, respectivamente, 50 e 37% da altura pré-corte no final de primavera, período vegetativo da

espécie. Durante o verão, o alongamento de colmos decorrente da entrada no período reprodutivo da espécie resultou em maiores alturas pré-corte no ponto de IL_{95%}, de forma que as severidades de desfolhação de 10 e 15 cm corresponderam a uma remoção de, respectivamente, 65 e 53% da altura pré-corte nessa época. Apesar do resíduo de 10 cm representar maior severidade de desfolhação do que o tradicionalmente recomendado para outras gramíneas tropicais, a adoção de desfolhações severas nessa época do ano não resultou em prejuízos à produção de forragem da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk). Pedreira; Braga; Portela (2017) observaram que a severidade de pastejo afetou a proporção de folhas na massa de forragem total disponível no pré-pastejo, independentemente da frequência de desfolhação utilizada (IL_{95%} ou IL_{100%}). Os autores demonstraram que a proporção de folhas correspondeu a 32% da massa de forragem total da condição pré-pastejo quando a altura de resíduo era de 10 cm, enquanto 46% da massa de forragem em pré-pastejo era composta por folhas quando a altura pós-pastejo esteve próxima a 5 cm. No presente experimento, 41,1% da massa de forragem da condição pré-corte foi composta por folhas quando a altura de resíduo era de 10 cm, sendo que essa proporção foi reduzida a 37% quando a altura pós-pastejo foi de 15 cm. Assim, em dosséis de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) onde o critério de IL_{95%} é utilizado para definir a frequência de desfolhação, o parâmetro de manejo com maior impacto sobre a composição morfológica é a severidade de desfolhação, independentemente do regime de fertilização adotado.

Marcantes efeitos da época do ano sobre os atributos do dossel foram registrados neste experimento, similar ao previamente reportado por Pedreira; Braga; Portela (2017). A maior massa de forragem no pré-corte registrada no verão comparativamente ao final de primavera esteve associada a maior MColmo e MMorto. Durante a fase reprodutiva das gramíneas ocorre a elevação do meristema apical, sendo o processo de alongamento do colmo para emissão de hastes reprodutivas intensificado nessa época (FAGUNDES *et al.*, 2005; PEDREIRA; BRAGA; PORTELA, 2017). A transição do período vegetativo para o reprodutivo entre o final de primavera e verão nessa espécie também afetou de forma marcante a altura em que os dosséis atingiram a IL_{95%}. Essa meta tem sido definida como o momento ideal de interrupção da rebrotação em gramíneas tropicais, porque o crescimento além desse ponto promove deterioração da estrutura do dossel, devido ao aumento no acúmulo de colmos e material morto e baixa participação de folhas na composição morfológica (PEDREIRA; PEDREIRA; SILVA, 2007; PORTELA; PEDREIRA; BRAGA, 2011; EUCLIDES *et al.*, 2018). Pedreira; Braga; Portela (2017) comentaram que a IL não é um critério de fácil mensuração, por requerer

equipamento caros, os quais normalmente não são acessíveis ao produtor. Em termos práticos, a altura do dossel possui consistente e alta associação positiva com os valores de IL mensurados, e tem sido usada como critério para definir a condição pré-corte. Enquanto para a maior parte das gramíneas tropicais perenes a altura correspondente ao ponto de $IL_{95\%}$ varia pouco entre épocas do ano (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015; EUCLIDES *et al.*, 2018), os resultados registrados neste experimento indicam que alturas de manejo distintas entre épocas deveriam ser adotadas em dosséis de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk), já que as alturas correspondentes a $IL_{95\%}$ foram de 18,4 cm durante o final de primavera e 31,7 cm no verão (Figura 10).

Figura 10 – Relação entre a altura do dossel (Alt, em cm) e interceptação luminosa (IL) em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk no final de primavera (FP) e verão (V).

Fonte: Própria autoria.

Os regimes de fertilização avaliados não afetaram atributos da estrutura do dossel na condição pós-corte e a maior parte das variáveis analisadas na condição pré-corte (exceção do IAF no final de primavera e valores médios de MMorto). Assim, diferentemente do que foi postulado na hipótese (i), a interação entre as amplitudes de fertilidade do solo estabelecidas

pelos regimes de fertilização adotados neste experimento e a severidade de desfolhação não existiu, dado que os ajustes em estrutura do dossel foram mais afetados pela época do ano. Dessa forma, os regimes de fertilização não alteraram o acúmulo ou produção total de forragem na época das águas em dosséis de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk).

Entretanto, a utilização de maiores níveis de calagem e adubação exerceu efeito sobre a distribuição sazonal da forragem produzida. Em pastos submetidos ao tratamento Fert.1, 39% da produção total de forragem da época das águas foi registrada no final de primavera, e 61% no verão, enquanto em Fert.2 e Fert.3 cerca de 45% da produção total de forragem foi registrada no final de primavera e 55% no verão. Fagundes et al. (2005), trabalhando em dosséis mantidos sob lotação contínua a 20 cm de altura, demonstraram que cerca de 70% da produção anual de forragem da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) concentra-se na época das águas, fato que ressalta a importância do manejo e da adoção de regimes de fertilização adequados nessa época do ano. Diferentemente do que foi observado no presente trabalho, aqueles autores verificaram incrementos lineares em produção de forragem com aumentos nas doses de nitrogênio, quando associada a adubação de manutenção de 100 kg/ha de P_2O_5 e 150 kg/ha de K_2O . Hare; Tatsapong; Phengphet (2009) reportaram que o potencial de produção anual de forragem da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) na Tailândia pode variar entre 9 e 13 ton/ha, com cerca de 77% da produção concentrada no período das águas. A produção anual de forragem reportada por estes autores foi atingida em 147 dias durante a época das águas no presente experimento.

A ausência de resposta aos regimes de fertilização impostos neste experimento, em termos de produção total de forragem, pode ter sofrido influência da mineralização da matéria orgânica, uma vez que sua média em todas as fertilidades do solo manteve-se praticamente iguais (Tabela 1). Todavia, não deve ser interpretada como um indicativo de que calagem e adubação não são necessárias. Pereira et al. (2018) demonstraram decréscimo acentuado nos teores de K (-51,9%), Ca (-59,7%), Mg (-54,5%) e na saturação por bases (V%, -66,8%) do solo entre o início e o final da estação de crescimento (época das águas), quando pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) não receberam calagem. Os autores ressaltaram que, dada a intensa redução na disponibilidade de cátions do solo, os efeitos negativos da ausência de calagem sobre atributos da parte aérea e sistema radicular seriam, provavelmente, mais pronunciados na estação de crescimento seguinte.

4.5 Conclusões

Os regimes de fertilização não afetam o acúmulo e a produção total de forragem na época das águas em dosséis de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk). Todavia, a adoção de Fert.2 ou Fert.3 resulta em melhor distribuição da forragem produzida entre as épocas de final de primavera e verão. A severidade de desfolhação correspondente ao resíduo de 10 cm favorece a manutenção de maior proporção de folhas na condição pré-corte, independentemente do regime de fertilização. Atributos da estrutura do dossel se modificam de forma mais marcante com a época do ano. A altura correspondente ao ponto de IL_{95%} difere entre o final de primavera e verão em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk), sendo este padrão de resposta independente do regime de fertilização ou severidade de desfolhação.

4.6 Referências

- BRAGA, G.J. *et al.* *Herbage yield in signal grass pastures as affected by grazing management. South African Journal of Animal Science.* v. 39, p. 130-132, 2009.
- DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 36, suplemento especial, p. 121 – 138, 2007.
- DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. *Ecophysiology of c4 forage grasses- understanding plant growth for optimizing their use and management. Agriculture.* v. 5, n. 3, p. 598-625, 2015.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (eds). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: Embrapa, p. 353, 2013.
- EUCLIDES, V. P. B. *et al.* *Maintaining post-grazing sward height of Panicum maximum (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. Grass Forage Science.* v. 73, p. 174 - 182, 2018.
- FAGUNDES, J.L. *et al.* Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.
- GAMA, T. DA C. M., *et al.* Recuperação de pasto de capim-braquiária com correção e adubação de solo e estabelecimento de leguminosas. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** v. 14, n. 4, p. 635-647, out./dez., 2013.

GIMENES, F. M. A. *et al.* Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 46, n. 7, p. 751–759, Brasília, jul. 2011.

GUENNI, O.; MARÍN, D.; BARUCH, Z. *Responses to drought of five Brachiaria species. I. Biomass production, leaf growth, root distribution, water use and forage quality.* **Plant and Soil**. v. 243, p. 229–241, 2002.

HARE, M. D.; TATSAPONG, P.; PHENGPHET, S. *Herbage yield and quality of Brachiaria cultivars, Paspalum atratum and Panicum maximum in north-east Thailand.* **Tropical Grasslands**. v. 43, p. 65–72, 2009.

KENWARD M.G.; ROGER J.H. *Small Sample Interference for Fixed Effects from Restricted Maximum Likelihood.* In: **International Biometric Society**, v.53, n.3, p.983-997, 1997.

LOPES, C. M. *et al.* Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017.

PAIVA, A. J. *et al.* *Structural characteristics of tiller age categories of continuously stocked marandu palisade grass swards fertilized with nitrogen.* **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 41, n. 1, p. 24-29, 2012.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária brasileira**. v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J.; PORTELA, J. N. *Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (Brachiaria decumbens) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception.* **Crop & Pasture Science**. v. 68, p. 62-73, 2017.

PEREIRA, L. E. T., *et al.* Características morfogênicas e estruturais de capim-braquiária em resposta a calagem e severidade de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 48, n. 1, p. 1-11, 2018.

PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 46, n. 3, p. 315-322, 2011.

RAIJ, B. V. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997.

RODRIGUES, R. C. *et al.* Acúmulo de forragem e estrutura do dossel do capim-Xaraés submetido a intensidades de cortes. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**. v. 15, n. 4, p. 815-826, 2014.

VALLE, C. B. do; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17. Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2000, p. 65-108.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. *Recommendations for fertilization and liming to forage species*. In: VAN RAIJ, B.; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C. *Recommendations for fertilization and liming to the São Paulo state*. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1996. p. 263-271. (Boletim técnico, 100).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho foi possível verificar que as respostas desencadeadas pelo indivíduo como forma de adaptação sofreram pouca influência do regime de fertilização, no entanto, o regime de fertilização 3 (Fert.3) causou redução na densidade populacional da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk). Já a severidade de corte afetou a comunidade vegetal apenas no verão, promovendo melhor desempenho para a severidade de 10 cm. Desta forma, conseguimos estabelecer uma meta de manejo pós-corte para a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk), uma vez que a gramínea não sofreu influência na meta de altura quanto ao regime de fertilidade utilizado. Além da altura de resíduo estabelecida, foi possível observar que o capim-braquiária alterou sua altura média de pré-corte em função da época do ano, com 18,4 cm para o final de primavera e 31,7 cm para o verão.

No entanto, a falta de informações sobre atributos do sistema radicular, não permitiu maiores explicações, uma vez que a maior parte dos trabalhos são específicos da parte aérea. Desta forma, há necessidade de maiores estudos para a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (syn. *Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster cv. Basilisk) e outras gramíneas tropicais, tanto do sistema radicular como para o manejo da pastagem associado a fertilidade do solo.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Doses das aplicações dos fertilizantes nas quantidade por parcela e por hectare.

		Quantidade por parcela de 80m ²						Quantidade pos hectare					
		kg nutriente			kg da fonte			kg nutriente			kg da fonte		
		N	P2O5	K2O	FH nitro	MAP	KCl	N	P2O5	K2O	FH nitro	MAP	KCl
1ª correção (outubro/2016)	Fert.1	0,00	0,01	0,01		0,03	0,02	0,4	1,7	1,28	0,0	3,2	2,21
	Fert.2	0,00	0,15	0,56		0,28	0,97	3,9	18,3	70,4	0,0	35,3	121,4
	Fert.3	0,00	0,25	1,13		0,49	1,95	6,7	31,7	141,6	0,0	60,9	244,1
2ª manutenção (outubro a novembro)	Fert.1	0,16	0,00	0,00	0,35			19,6	0,0	0,0	43,6	0,0	0,0
	Fert.2	0,21	0,00	0,00	0,46			26,1	0,0	0,0	58,0	0,0	0,0
	Fert.3	0,27	0,00	0,00	0,59			33,3	0,0	0,0	74,0	0,0	0,0
3ª manutenção (janeiro/2017)	Fert.1	0,16	0,00	0,13	0,36		0,22	20,0	0,0	16,0	44,4	0,0	27,6
	Fert.2	0,24	0,00	0,19	0,53		0,33	30,0	0,0	24,0	66,7	0,0	41,4
	Fert.3	0,32	0,00	0,26	0,71		0,44	40,0	0,0	32,0	88,9	0,0	55,1

Fonte: Própria autoria.

APÊNDICE B – Dados de todos os ciclos do final de primavera e verão com a duração da rebrotação (DR, dias).

PIQ	Primavera		Final de Primavera		DR (dias)	Final de Primavera		DR (dias)	Final de Primavera		DR (dias)	Verão		DR (dias)	Verão		DR (dias)	Verão		DR (dias)
	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ		PÓS	PRÉ		PÓS	PRÉ		PÓS	PRÉ		PÓS	PRÉ		PÓS	PRÉ	
1.1	26/10/2016	07/11/2016	07/11/2016	28/11/2016	21	01/12/2016	16/12/2016	15	17/12/2016	11/01/2017	25	12/01/2017	07/02/2017	26	08/02/2017	18/03/2017	38			0
1.2	28/09/2016	28/10/2016	28/10/2016	28/11/2016	31	01/12/2016	20/12/2016	19				21/12/2016	25/01/2017	35	27/01/2017	20/02/2017	24	21/02/2017	20/03/2017	27
1.3	24/10/2016	08/11/2016	08/11/2016	28/11/2016	20	01/12/2016	13/12/2016	12	14/12/2016	26/12/2016	12	28/12/2016	27/01/2017	30	30/01/2017	27/02/2017	28	28/02/2017	04/04/2017	35
1.4	19/10/2016	07/11/2016	07/11/2016	13/12/2016	36	14/12/2016	02/01/2017	19				03/01/2017	07/02/2017	35	08/02/2017	18/03/2017	38			0
1.5	31/10/2016	06/12/2016	06/12/2016	04/01/2017	29							05/01/2017	07/02/2017	33	08/02/2017	25/03/2017	45			0
1.6	19/10/2016	07/11/2016	07/11/2016	28/11/2016	21	01/12/2016	15/12/2016	14	16/12/2016	05/01/2017	20	06/01/2017	02/02/2017	27	03/02/2017	18/03/2017	43			0
MÉDIA					26			16			19			31			36			10
2.1	24/10/2016	08/11/2016	08/11/2016	28/11/2016	20	01/12/2016	15/12/2016	14	16/12/2016	26/12/2016	10	28/12/2016	30/01/2017	33	01/02/2017	06/03/2017	33	07/03/2017	04/04/2017	28
2.2	19/10/2016	09/11/2016	09/11/2016	01/12/2016	22	03/12/2016	19/12/2016	16				20/12/2016	25/01/2017	36	27/01/2017	08/03/2017	40			0
2.3	28/10/2016	28/10/2016	28/10/2016	11/11/2016	14	12/11/2016	08/12/2016	26	09/12/2016	19/12/2016	10	20/12/2016	09/01/2017	20	10/01/2017	02/02/2017	23	03/02/2017	02/03/2017	27
2.4	13/10/2016	07/11/2016	07/11/2016	28/11/2016	21	01/12/2016	16/12/2016	15	17/12/2016	09/01/2017	23	10/01/2017	25/01/2017	15	08/02/2017	14/03/2017	34			0
2.5	13/10/2016	07/11/2016	07/11/2016	08/12/2016	31	09/12/2016	21/12/2016	12				22/12/2016	27/01/2017	36	30/01/2017	10/03/2017	39			0
2.6	13/10/2016	05/11/2016	05/11/2016	21/11/2016	16	23/11/2016	08/12/2016	15	09/12/2016	21/12/2016	12	22/12/2016	16/01/2017	25	17/01/2017	09/02/2017	23	10/02/2017	13/03/2017	31
MÉDIA					21			16			14			28			32			14
3.1	05/11/2016	06/12/2016	06/12/2016	04/01/2017	29							05/01/2017	04/02/2017	30	07/02/2017	20/03/2017	41			0
3.2	-	12/11/2016	14/11/2016	12/12/2016	28	14/12/2016	02/01/2017	19				03/01/2017	13/02/2017	41	15/02/2017	20/03/2017	33			0
3.3	05/11/2016	29/11/2016	29/11/2016	16/12/2016	17	17/12/2016	11/01/2017	25				12/01/2017	01/02/2017	20	02/02/2017	20/02/2017	18	21/02/2017	18/03/2017	25
3.4	22/10/2016	14/11/2016	15/11/2016	19/12/2016	34							20/12/2016	24/01/2017	35	30/01/2017	14/03/2017	43			0
3.5	05/11/2016	06/12/2016	06/12/2016	04/01/2017	29							05/01/2017	01/02/2017	27	02/02/2017	18/03/2017	44			0
3.6	26/10/2016	11/11/2016	12/11/2016	01/12/2016	19	03/12/2016	21/12/2016	18			0	22/12/2016	24/01/2017	33	27/01/2017	10/03/2017	42			0
MÉDIA					26			21			0			31			37			4

Fonte: Própria autoria.