

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**KAMILA MACIEL DIAS**

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM PASTOS DE CAPIM ELEFANTE  
PIONEIRO SUBMETIDOS A ALTURAS DE PASTEJO E SEVERIDA-  
DES DE DESFOLHAÇÃO**

**LAGES-SC**

**2012**

**KAMILA MACIEL DIAS**

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM PASTOS DE CAPIM ELEFANTE  
PIONEIRO SUBMETIDOS A ALTURAS DE PASTEJO E SEVERIDA-  
DES DE DESFOLHAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Estadual de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: André Fischer Sbrissia

**LAGES - SC**

**2012**

**KAMILA MACIEL DIAS**

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM PASTOS DE CAPIM  
ELEFANTE PIONEIRO SUBMETIDOS A ALTURAS DE PASTEJO  
E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Estadual de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal na área de concentração em Produção Animal.

**Banca Examinadora:**

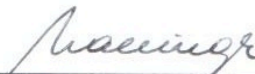
Orientador:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. André Fischer Sbrissia  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

\_\_\_\_\_  
  
Prof. Dr. Carlos Nabinger  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Lages - SC, 11/07/2012.**

Dedico esta conquista aos meus pais, João Luiz Dias Neto e Infância Maciel Dias, pelo amor incondicional e apoio no meu desejo profissional. Minha admiração pela trajetória de vida e por sempre estimularam seus filhos na busca pelo conhecimento.

Aos meus irmãos, Karina e Kirliam Maciel Dias, pelo amor e carinho.

Amo vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por iluminar meus caminhos, minha família e meus amigos.

Ao meu namorado, Marcio Zilio, por permanecer ao meu lado nos momentos de felicidade e angústia. Obrigada pelo carinho e auxílio durante o mestrado.

Ao meu orientador, André Fischer Sbrissia, por ser um homem admirável, pelos ensinamentos repassados e acima de tudo pelo carinho, paciência e amizade construída ao longo do curso.

Aos colegas que auxiliaram direta ou indiretamente no trabalho, em especial os companheiros Daniel Schmitt e Giselle Regina Rodolfo pela experiência do trabalho em grupo e pela amizade sincera.

À Universidade do Estado de Santa Catarina por proporcionar a oportunidade da realização do curso de mestrado e a CAPES pelo incentivo através da bolsa de estudos.

À EPAGRI por meio do Pesquisador Doutor Francisco Carlos Deschamps, o qual possibilitou a realização das análises de ácidos graxos que gerou quase todos os dados apresentados aqui. Obrigada pela parceria e pelas explicações envolvendo a cromatografia gasosa.

## RESUMO

DIAS, Kamila Maciel. **Perfil de ácidos graxos em pastos de capim elefante Pioneiro submetidos a alturas de pastejo e severidades de desfolhação.** 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade Estadual de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Lages, 2012.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil de ácidos graxos e composição morfológica em pastos de capim elefante cultivar Pioneiro (*Pennisetum purpureum* Schum.), submetidos a diferentes intervalos de rebrota e severidades de pastejo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, em arranjo fatorial 2x2 que correspondem à combinação entre duas alturas de pastejo (90 ou 120 cm) e duas severidades de desfolhação (50 ou 70% de remoção da altura de pastejo), resultando nos tratamentos 90/50, 90/70, 120/50 e 120/70. O estrato pastejável foi dividido em duas partes, o estrato 1 e 2, os quais corresponderam à metade superior e inferior, respectivamente. As alturas médias de todos os piquetes ficaram dentro da meta estabelecida, com exceção das alturas pós-pastejo com 70% de severidade que não foram alcançadas pelos animais. A partir da coleta dos estratos, os mesmos foram separados em folhas, colmos e material morto, bem como submetidos à cromatografia gasosa para determinação do perfil de ácidos graxos presentes. Além disso, foram coletadas amostras de folhas em expansão, maduras e colmos para determinar a participação relativa destes mesmos ácidos nestas estruturas. Os ácidos graxos predominantes foram o C18:3, C18:2 e C16:0, totalizando aproximadamente 94% do AGT, no qual o C18:3 destacou-se com participação de 58%. Não houve relação entre massa de folhas e concentração de C18:2 e C18:3, porém houve relação entre proporção de folhas e a concentração desses ácidos graxos. A diferença entre as concentrações de C18:3 dos trabalhos com forragens de clima tropical pode ser explicada pelos métodos de coleta de forragem e/ou pela diferença climática entre as regiões. A ausência de diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no perfil de ácidos graxos entre as severidades de pastejo dos tratamentos pode ser explicada pela proporção semelhante de folhas no estrato pastejável entre as severidades. Observou-se que os maiores teores de C18:3 e GB estiveram relacionados com a maior proporção de folhas e os teores mais elevados de C16:0, C18:1 e C18:2 foram observados em condições opostas. O tratamento 90/50 torna-se o mais adequado quando se pretende disponibilizar maiores proporções de folhas e C18:3 aos animais. A presença de C18:3, C18:2 e AGS estão relacionadas com estruturas morfológicas distintas e não houve diferença nas concentrações desses ácidos graxos entre folhas em expansão e folhas maduras. Os manejos utilizados no capim elefante cultivar Pioneiro não acarretaram em mudanças significativas no perfil de ácidos graxos, mas estratos superiores e 90 cm de altura de pastejo disponibilizam aos animais uma maior concentração de ácido linolênico.

**Palavras-chaves:** Manejo do pastejo. *Pennisetum purpureum* Schum. Ácidos graxos. Forragem de clima tropical. Ácido linolênico.

## ABSTRACT

DIAS, Kamila Maciel. **Fatty acids profile in elephant grass swards subjected to grazing heights and severities of defoliation.** 2012. 50 p. Dissertation (Animal Science Master's degree – Area: Animal Production) – Santa Catarina State University. Post-graduation Program in Animal Science, Lages, 2012.

The objective of this study was to evaluate the fatty acid profile and morphological composition of dwarf elephant grass pastures cv. Pioneiro (*Pennisetum purpureum* Schum.) submitted to intervals of regrowth and severities of grazing. The experiment was conducted according a complete randomized block design with three replicates in a 2x2 factorial arrangement corresponding to the combination between two grazing height (90 or 120 cm) and two defoliation severities (50 or 70% of removal of initial grazing height) , resulting in treatment 90/50, 90/70, 120/50 and 120/70. The grazing stratum was divided into two parts, the strata 1 and 2, which corresponded to upper and lower half above the stubble, respectively. The average heights of all paddocks were within the established target, with the exception of post-grazing heights with 70%. The stratum samples were separated into leaves, stem and dead material and submitted to gas chromatography to determine the fatty acid profile. Besides, it was collected samples of expanding and mature leaves and stems in order to determine the relative concentration of these in those structures. The predominant fatty acids were C18: 3, C18: 2 and C16: 0, totaling approximately 94% of TFA in which the C18:3 stands out with 58%. There was no relationship between leaf mass and concentration of C18: 2 and C18: 3, but there was a straight relationship between proportion of leaves and the concentration of these fatty acids. The difference between the concentrations of C18: 3 in works with tropical forages can be explained by the methods of samples collecting and / or the difference between the climate regions. The lack of significant difference ( $P < 0.05$ ) in fatty acid profile between the severities of grazing treatments can be explained by a similar proportion of leaves in the grazing stratum between severities. It was observed that the highest levels of C18: 3 and gross fat were related to the greater proportion of leaves and higher levels of C16: 0, C18: 1 and C18: 2 were observed in the opposite conditions. Treatment 90/50 seems to be the most appropriate when attempting to provide larger amount of leaf and C18: 3 to the grazing animals. The presence of C18: 3, C18: 2 and SFA are associated with distinct morphological structures and there was no difference in the concentrations of these fatty acids from expanding leaves and mature leaves. The management used in the elephant grass cultivar Pioneer did not lead to significant changes in fatty acid profile, but the upper strata and a sward height of 90 cm provided a higher concentration of linolenic acids.

**Keywords:** Grazing management. *Pennisetum purpureum* Schum. Fatty acid. Tropical forage. Linolenic acid.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 O CAPIM-ELEFANTE PIONEIRO ( <i>PENNISETUM PURPUREUM</i> SCHUM. CV PIONEIRO).....	11
2.2 A PLANTA FORRAGEIRA E O MANEJO DO PASTEJO.....	11
2.3 LIPÍDIOS NAS PLANTAS .....	15
2.4 IMPACTO DO PERFIL LIPÍDICO DOS PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL NA SAÚDE HUMANA.....	20
3 HIPÓTESES.....	23
4 OBJETIVOS.....	23
5 MATERIAL E MÉTODOS .....	24
5.1 LOCAL E CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS .....	24
5.2 ESPÉCIE VEGETAL.....	25
5.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	26
5.4 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	27
5.5 ADUBAÇÃO .....	27
5.6 MONITORAMENTO DAS ALTURAS.....	28
5.7 ANIMAIS.....	29
5.8 ESTRATIFICAÇÃO PRÉ-PASTEJO.....	30
5.9 COLETA COMPLEMENTAR.....	33
5.10 ANÁLISES LABORATORIAIS .....	33
5.11 ESTATÍSTICA.....	34
RESULTADOS.....	35
DISCUSSÃO.....	39
CONCLUSÃO .....	44
REFERÊNCIAS.....	45



## 1 INTRODUÇÃO

O sistema brasileiro de bovinocultura de carne e leite é baseado principalmente em pastagens, as quais constituem cerca de 30% do território nacional e na sua maioria são gramíneas de clima tropical. Nesse cenário, o Brasil se destaca por possuir o maior rebanho comercial bovino e a quinta maior produção de leite do mundo, produzindo 7 milhões de toneladas de carne e 31,6 milhões de toneladas de leite (FAOSTAT, 2010). O Estado de Santa Catarina ocupa o quinto lugar na produção de leite no país, mesmo possuindo apenas 1,12% do território nacional (PECUÁRIA, 2009). Esse estado encontra-se em uma região de clima subtropical e é no inverno que ocorrem as maiores produções de leite, mesma época de desenvolvimento de pastagens de clima temperado com elevado valor nutritivo, como azevém e trevo. Dessa forma, há um maior interesse dos produtores da região na intensificação da produção das pastagens de clima temperado do que as tropicais. Portanto, há a necessidade do melhor uso de forrageiras de clima tropical de elevado potencial produtivo e qualidade nutricional para manter a elevada produtividade durante o ano todo (PEREIRA et al, 2010).

O capim elefante (*Pennisetum purpureum* Shum.) cultivar Pioneiro é uma gramínea de clima tropical que possui elevado potencial de produção de matéria seca, qualidade, vigor e persistência desde que as condições de manejo sejam favoráveis. Além disso, essa espécie é adaptada a várias regiões do Brasil, inclusive em altitudes mais elevadas e verão com temperaturas mais amenas, desenvolvendo-se bem na região Sul do país (PEREIRA et al, 2010). A escolha de forragens com alto potencial produtivo e adaptadas as condições edafoclimáticas torna-se de grande importância no aumento da produtividade animal devido a necessidade de um aumento na produção de alimentos. Para acompanhar o ritmo de crescimento populacional, hoje estimado em 7 bilhões de pessoas e com perspectivas de alcançar 9,6 bilhões daqui a 50 anos, esse aumento deverá ser em torno de 70% (DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, 2010). Porém o aumento da produção de alimentos por meio da expansão territorial é limitado devido a questões de preservação ambiental, aumento no valor das terras e até mesmo ausência de terras agrícolas disponíveis em alguns países. Dessa forma, mudanças nos sistemas de produção no sentido da intensificação é o principal caminho para suprir a crescente demanda por alimentos (PEREIRA et al, 2010).

Além do aumento da produção de alimentos, existe uma necessidade em produzir alimentos de melhor qualidade nutricional para suprir a demanda da sociedade por alimentos

mais saudáveis. Nesse aspecto, nas últimas décadas vários estudos observaram que dietas com altos teores de ácidos graxos saturados (AGS) e colesterol estão correlacionadas à elevação dos riscos de doenças cardíacas e aterosclerose, levando a sociedade a reduzir o consumo de gorduras saturadas, incluindo a maioria dos produtos de origem animal, como leite, carne e ovos (PUTNAM et al, 2002). No entanto, pesquisas recentes sugerem que nem todos os AGS tem impacto negativo na saúde humana (DALEY et al, 2010) e que o leite e carne de ruminantes possuem alguns ácidos graxos poliinsaturados (AGP) que estão associados à redução nos níveis de colesterol, doenças cardiovasculares e hiperglicemia (DEMEYER e DOREAU, 1999; HEBEISEN et al, 1993).

Dentre os AGP, a baixa relação ômega-6:ômega-3 (< 4:1) e maiores concentrações de C18:2 cis-9 trans-11 (CLA) auxiliam na redução de doenças cardiovasculares, hiperglicemia e combate ao câncer (MCGUIRE AND MCGUIRE, 2000; HEBEISEN et al, 1993). O leite e a carne de ruminantes são fontes de CLA e ômega-3 para a dieta humana e o seu incremento nesses produtos está principalmente relacionado à incompleta biohidrogenação dos ácidos graxos C18:2 e C18:3 provenientes da dieta animal (BAUMAN et al, 2000; LOCK e GARNSWORTHY, 2002). Como o C18:2 e C18:3 constituem a maioria dos ácidos graxos presentes nas forrageiras, a utilização de pastagem como fonte principal ou exclusiva na alimentação animal constitui uma fonte sustentável desses ácidos graxos poliinsaturados (PALLADINO et al, 2009).

Em dieta baseadas em pastagens, manejos que proporcionem uma maior concentração de AGP na planta possibilitam um incremento desses AG desejáveis nos produtos de origem animal. As pesquisas, na sua maioria com plantas temperadas, apontam que os fatores espécie, senescência foliar (HARFOOT e HAZLEWOOD, 1988), estágio de desenvolvimento (BAU-CHART et al, 1984), concentração de clorofila nas folhas (BARTA, 1975; MAYLAND et al, 1976 e BOUFAÏED et al, 2003), método de conservação (LOUGH e ANDERSON, 1973; YANG e FUJITA, 1997), incidência da radiação solar e adubação nitrogenada (JARRIGE et al, 1995) são capazes de alterar o perfil de ácidos graxos da forragem. Por meio desses resultados, maiores concentrações de AGP foram alcançados em pastos colhidos em estádios de desenvolvimento inicial, com maior relação folha:colmo, maiores valores de clorofilas nas folhas e adubados com nitrogênio. Porém, a maioria desses trabalhos utilizaram forragens de clima temperado, sem a interação da desfolha animal e apresentando como principais critérios de colheita da forragem dias fixos de rebrota e épocas do ano. Poucos trabalhos avaliaram

forragens de clima tropical e de que forma o manejo do pastejo pode alterar a composição lipídica da planta. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil e a concentração de ácidos graxos em estratos de capim elefante cultivar Pioneiro, submetido a alturas de pastejo e severidades de desfolhação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O CAPIM-ELEFANTE PIONEIRO (*PENNISETUM PURPUREUM* SCHUM. CV PIONEIRO)

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma forragem tropical perene de origem Africana que devido a sua alta produtividade e valor nutritivo vem destacando-se no Brasil. Além de poder ser utilizada para pastejo, corte e silagem, é uma das forrageiras que mais contribui para a produção de leite no Brasil Central (BOTREL et al., 2000). É adaptada a diversas condições edafoclimáticas, desenvolvendo-se desde o nível do mar até 2200 m de altitude e em temperaturas de 18 a 30°C. Algumas cultivares são melhores adaptadas a 1500 m de altitude, resistentes ao frio e até geadas. É uma gramínea de crescimento cespitoso, podendo alcançar até 5 metros de altura, apresenta colmos eretos dispostos em touceiras. Essa espécie tem a capacidade de produzir uma quantidade abundante de perfilhos aéreos e basilares, possibilitando a formação de touceiras densas. Suas folhas têm inserções alternadas, nervura central larga e coloração verde escura.

Em contrapartida a alta produtividade, o capim-elefante possui rápido alongamento de colmos e redução no valor nutritivo no decorrer do crescimento. Esse aspecto pode prejudicar o desempenho animal por meio da dificuldade de apreensão e redução no consumo se não for realizado um manejo correto na pastagem. Por isso, nos últimos anos houve a seleção de novas cultivares dessa forrageira com o intuito de melhorar a produção e qualidade do valor nutritivo. O cultivar Pioneiro, obtido pelo cruzamento das variedades Três Rios e Mercker Santa Rita pela Embrapa Gado de Leite, apresentou maior produção de matéria seca (7,35 t/ha/35 dias), elevada proporção de folhas (>80%), maior teor de PB (6,96 a 10,2%) e alto perfilhamento axilar (331,15 perfilhos aéreos/m<sup>2</sup>) (SANTOS et al, 2003). Inicialmente recomendou-se seu cultivo na região de Minas Gerais, mas devido às características produtivas e adaptação em outras regiões do país, desperta crescente interesse na Região Sul do Brasil.

### 2.2 A PLANTA FORRAGEIRA E O MANEJO DO PASTEJO

A produção animal em pastagens só pode ser mantida quando a produção forrageira se encontrar estável e produtiva. Por isso, conhecer os limites de resistência e tolerância ao pastejo animal e as exigências edafoclimáticas das espécies utilizadas torna-se fundamental para manutenção da produção forrageira. Nesse contexto, o manejo da pastagem consiste nas ações

sob os fatores solo, planta, animal e clima, objetivando o bem-estar e a produtividade da comunidade de plantas.

A utilização de ferramentas de baixo custo como o manejo adequado do pastejo, se encaixa nesse cenário e promove incrementos significativos à produtividade (SBRISSIA et al, 2012). O manejo do pastejo refere-se ao monitoramento e condução do processo de colheita da forragem produzida pelos animais em pastejo. Cada espécie e/ou cultivar tem uma amplitude ótima de pastejo que é influenciado pelos padrões de crescimento e desenvolvimento da planta (SILVA et al, 2009). Esse intervalo ocorre quando a taxa média de acúmulo de forragem atinge seu máximo, ou seja, o balanço entre os processos de crescimento e senescência é máximo, o que permite maior acúmulo de forragem (Figura 1).

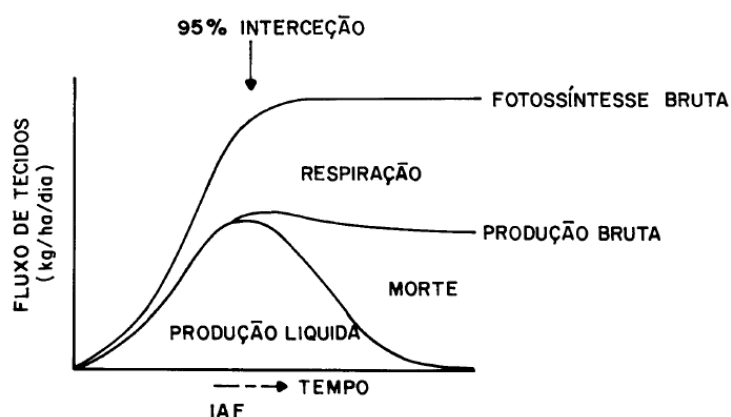


Figura 1 - Variações nas taxas de fotossíntese bruta, perdas respiratórias, senescência e morte dos tecidos e acúmulo de forragem durante a restauração do IAF do piquete.  
Fonte: PARSONS et al (1983b).

Esse ponto tem se mostrado consistente para um grande número de plantas forrageiras e ocorre quando 95% da luz incidente (95% IL) é interceptada pelo dossel, antes do acúmulo acentuado de colmo e material morto, onde o acúmulo de folhas é elevado e o consumo animal atinge seu valor máximo (Figura 2). A partir desse momento acontece uma competição por luz e as plantas iniciam um processo intenso de alongamento de colmo para que as folhas novas fiquem posicionadas acima das folhas mais velhas. As folhas mais velhas iniciam processo de morte e decomposição imposto pelo sombreamento e as novas folhas produzidas são menores que as mais velhas, resultando na redução de acúmulo de folhas e aumento do acúmulo de colmos e material morto. De forma clara, a altura e massa de forragem aumentam rapidamente, mas essa massa disponível ao animal é composta de uma proporção menor de folhas e maior de componentes de baixo valor nutritivo (SILVA, 2011).

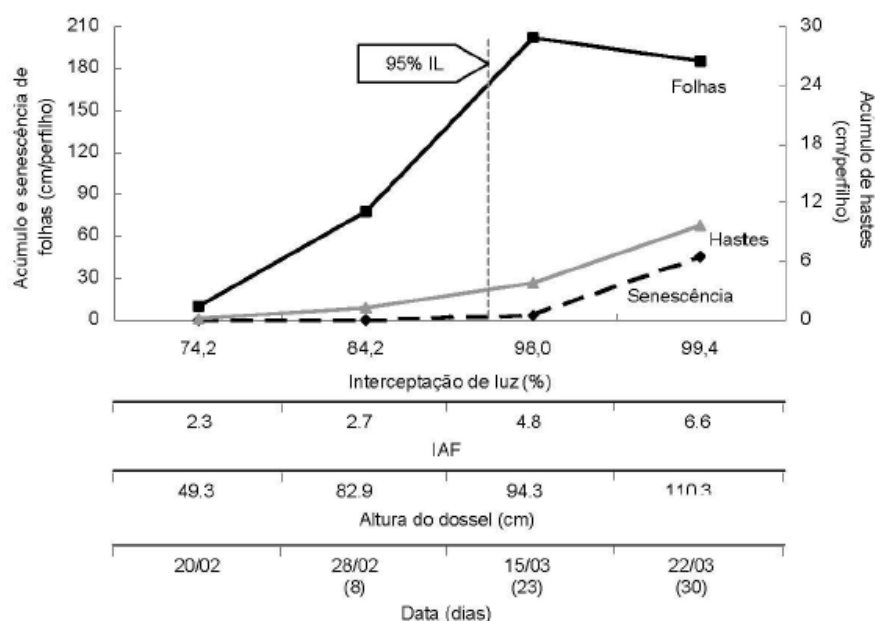


Figura 2 - Acúmulo de forragem durante o período de rebrotação em pastos de capim-mombaça submetidos a estratégias de pastejo rotativo.  
Fonte: CARNEVALLI (2003).

A condição de 95% de IL, em pastejo intermitente corresponde a uma altura específica para cada espécie e cultivar, medida desde o nível do solo até o horizonte de visão formado pelas folhas. No caso do capim-mombaça (Figura 2) essa altura foi de 90 cm e proporcionou um aumento de cerca de 30% na produção diária de leite por vaca quando comparado com 35 dias de descanso que correspondeu a 140 cm de altura (CARNEVALLI, 2003). Já em capim elefante cultivar cameroon com altura de 100 cm, onde o dossel forrageiro interceptava 95% de IL, permitiu o aumento na taxa de lotação (próximo a 40%), aumento na produção de leite por hectare (próximo a 50%) e em alguns casos 18% de aumento na produção diária de leite por vaca quando comparado com altura de entrada correspondente a 27 dias de período de descanso (120 cm) (VOLTOLINI, 2006; VOLTOLINI et al, 2010a). Outro fator interessante nesses trabalhos é que os pastos manejados com intervalos de pastejo fixos ultrapassava a condição ideal de 95% de IL. Isso retrata a limitação do uso desse critério, comumente utilizado pelos produtores, como definidor do manejo, pois dependendo da época do ano, localidade e das condições de crescimento em que a forragem se encontra esse intervalo pode ser curto (<95% IL) ou longo (>95% IL). Em ambos os casos esse tipo de manejo pode causar prejuízos para a qualidade da forragem e produção animal (Da SILVA e NASCIMENTO Jr., 2007).

Na maioria dos trabalhos a altura da pastagem no momento da saída dos animais (resíduo) corresponde a um rebaixamento de aproximadamente 50% da altura de entrada (severidade 50%). A maior parte dessa porção colhida é composta predominantemente de folhas e pequenas quantidades de colmo, pois em estudos com capim-aruana e azevém anual mostraram que 90% de todo o colmo está presente na metade inferior do pasto (ZANINI et al, 2012). Isso pode ser observado na queda acentuada na velocidade de ingestão de bovinos a partir de 50% de rebaixamento (Figura 3), resultante da barreira física que o colmo impõe sobre o pastejo. Além disso, severidades acima de 50% determinam um rebrote inicial lento e um maior intervalo de rebrota, resultado da baixa quantidade de área foliar residual com capacidade fotossintética para refazer a área foliar para um próximo pastejo (SBRISSIA et al, 2012).

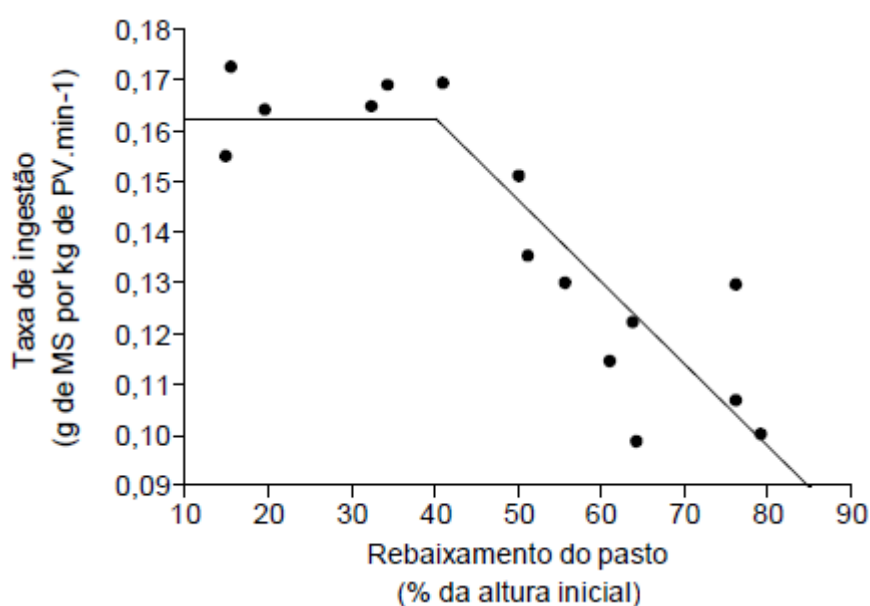


Figura 3 - Taxa de ingestão de matéria seca por novilhas em função de níveis de rebaixamento de pastos de sorgo forrageiro.  
Fonte: Fonseca, 2011.

Dessa forma, o manejo do pastejo interfere nas características produtivas da forragem e consequentemente no desempenho animal. A utilização de 95% de IL como critério pré-pastejo e severidade de desfolha de até 50% disponibiliza uma pastagem com melhor qualidade nutricional (maiores proporções de folhas) e permite maior velocidade de ingestão. Em contrapartida, métodos baseados em intervalos fixos de pastejo não são confiáveis quando se busca melhor produtividade forrageira e animal, pois dependendo das características ambientais podem resultar em altura de pastos abaixo ou além da ideal.

## 2.3 LIPÍDIOS NAS PLANTAS

Os lipídeos nas plantas podem ser encontrados na forma de triglicerídeos (gorduras e óleos estocados em sementes), glicerolipídeos (formação das membranas celulares), ceras, terpenóides e esteróis, os quais são formados basicamente por moléculas de ácidos graxos unidos por ligações ésteres ao glicerol (TAIZ e ZEIGER, 2004). Os lipídeos estão presentes em diferentes estruturas morfológicas na planta, porém a maioria está localizada nas membranas dos cloroplastos em tecidos foliares, podendo representar de 3 a 10% da matéria seca (MS). A maioria dos lipídeos presentes nas folhas estão na forma de galactolipídeos, os quais são formados basicamente de glicerol, ácidos graxos insaturados (AGI) e uma ou mais moléculas de galactose (ARVIDSSON, 2009).

Os ácidos graxos (AG) são nomeados de acordo com a nomenclatura da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), por seu nome comum ou abreviações. O uso das abreviações expõe algumas informações importantes sobre os ácidos graxos, como o número de carbonos, número de duplas ligações e número de carbonos localizados desde o mais distante do grupo funcional até o carbono mais próximo à dupla ligação (Figura 4 e 5) (ARVIDSSON, 2009). O carbono com a carboxila é reconhecido como o carbono 1 na nomenclatura da IUPAC, o carbono seguinte é o número 2 ou  $\alpha$ , os seguintes 3 ou  $\beta$ , 4 ou  $\gamma$ , e assim por diante. O último carbono é sempre o ômega ( $\omega$ ) ou n.

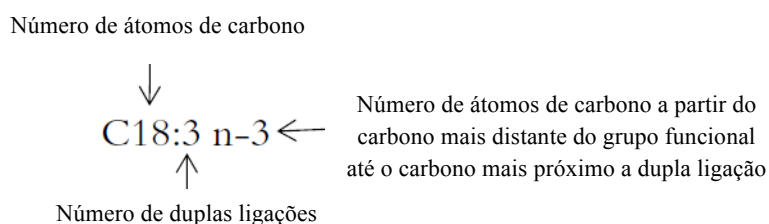


Figura 4 – Para identificar o ácido graxo, frequentemente dois números são separados por dois pontos. O primeiro número refere-se ao número de átomos de carbono no ácido graxo e o outro indica o número de duplas ligações entre carbonos.  
Fonte: Arvidsson, K. (2009).



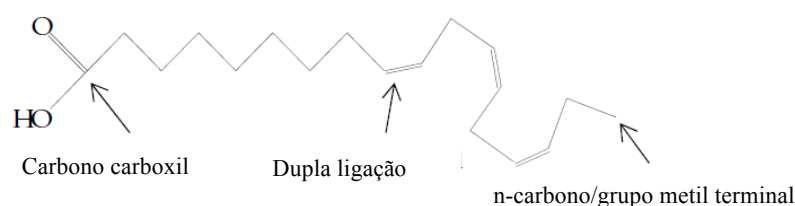


Figura 5 - Ácido linolênico (C18:3 n-3)  
Fonte: Arvidsson, K. (2009).

Os principais AG encontrados nas plantas forrageiras são o C16:0, C18:0, C18:1, C18:2 e C18:3, que podem constituir até 95% do total de ácidos graxos da planta (TAG). As folhas são ricas em C18:3, (entre 60-75% do TAG), C18:2 e C16:0 (de 6-20% do TAG). A cooperação entre os plastídeos e retículo endoplasmático é responsável pela síntese dos ácidos graxos nas plantas através do incremento cíclico de pares de carbono. Os principais produtos da síntese de ácidos graxos nos plastídeos são o C16:0 e o C18:0 e uma série de enzimas desaturasas presentes no cloroplasto e retículo endoplasmático inserem duplas ligações nas moléculas, formando os ácidos graxos insaturados (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A síntese de ácidos graxos poliinsaturados (AGP) tem uma colaboração importante na sobrevivência das plantas em baixas temperaturas, pois auxilia na formação da fluidez da membrana que precisa ser mantida no cloroplasto. Por isso, os ácidos graxos insaturados estão presentes em maiores quantidades nas plantas que se desenvolvem em baixas temperaturas (DIERKING, 2008; HUGLY, 1992). Em contrapartida, conforme a temperatura aumenta e se aproxima do limite superior, menores quantidades de AGI são encontradas nas plantas. Em dois mutantes de *Arabidopsis thaliana* submetidos a temperaturas de 21 e 5°C durante seu desenvolvimento, Routaboul et al (2012) verificaram que a mudança da menor para a maior temperatura reduziu os níveis dos AG mais insaturados ao longo do tempo e houve um aumento concomitante nos AG com poucas ligações duplas. Uma hipótese é que uma maior insaturação durante baixas temperaturas é benéfica para a fotossíntese e que em altas temperaturas uma menor insaturação favorece a função fotossintética (ROUTABOUL et al, 2012). Dessa forma, alterações na composição da membrana lipídica proporcionam uma tolerância ao frio ou ao calor, mas ambos não podem ser alcançados (IBA, 2002).

A concentração de AG em forragens depende de diversos fatores, como radiação solar, temperatura, família, espécie, cultivar, método de conservação, adubação nitrogenada, estação de crescimento, estágio de desenvolvimento, concentração de clorofila nas folhas, bem como

proporção de folhas. Alterações na concentração de AG em dossel de azevém perene (*Lolium perene* L.) em estágio vegetativo foram associadas com mudanças sazonais na radiação solar e temperatura (WITKOWSKA et al, 2008). Nesse mesmo trabalho, realizado na Holanda, a proporção de C18:3 foi maior em períodos com menor temperatura (Abril e Maio) e radiação solar do que em períodos com características opostas (Julho e Agosto).

Como as condições climáticas são fatores incontornáveis pelo manejo, a escolha entre culturas forrageiras adaptadas a região que apresentam melhor perfil de gordura é o primeiro passo antes da adoção de práticas agrônômicas que influenciem nessa particularidade (Tabela 1). Diferenças entre gramíneas e leguminosas foram estudadas por Boufaïed et al (2003) no Canadá, onde uma cultivar de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.) obtiveram as maiores concentrações de C18:3 (20,6 e 16,5 mg g<sup>-1</sup> MS, respectivamente) enquanto uma cultivar de timothy (*Phleum pratense* L.) e alfafa (*Medicago sativa* L.) obtiveram as menores concentrações (7,3 e 6,0 mg g<sup>-1</sup> MS) (P<0,05). Dessa forma, gramíneas continham maiores teores de C18:3 do que as leguminosas, principalmente na rebrota do verão, mas os teores de C12:0, C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1 e C18:2 foram maiores nas leguminosas. Diferenças no perfil de AG entre 12 cultivares de azevém perene cultivadas na Irlanda também foram encontradas, na qual a cultivar Tyrella apresentou a concentração mais alta de C16:0, C18:1, C18:2 e C18:3, enquanto que a cultivar Alto obteve os menores valores para todos os AG (PALLADINO et al, 2009). Com isso, observa-se uma variação no perfil de ácidos graxos entre diferentes variedades genéticas forrageiras que nos permite a escolha de culturas com maiores concentrações de AGP, principalmente C18:3, adaptadas a região de plantio desejada.

Tabela 1 - Composição de ácidos graxos de gramíneas de clima temperado e tropical.

Espécies	Ácidos graxos (%)					Autor <sup>1</sup>
	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	
<b>Clima temperado</b>						
1) <i>L .perenne</i> (silagem):						
• Rebrota, 23 dias <sup>2</sup>	14,7	1,0	1,1	12,0	66,1	A
• Rebrota 33 dias	16,6	1,3	1,7	14,9	60,4	A
2) <i>L .perenne</i> (fresca):						
• Rebrota, 23 dias <sup>2</sup>	14,7	1,2	1,3	11,1	68,1	A
• Rebrota 33 dias	15,6	1,3	2,0	13,5	64,2	A
3) <i>L .perenne</i> (fresca)	14,6	1,2	1,7	10,6	68,4	A
4) <i>L .perenne</i> :						
• Rebrota 20 dias	17,2	1,6	1,9	10,6	66,2	B
• Rebrota 38 dias	19,5	2,1	1,8	10,1	62,4	B
5) <i>L .multiflorum</i> :						
• Rebrota 20 dias	15,0	1,3	2,0	11,2	68,4	B
• Rebrota 38 dias	19,4	1,8	3,3	14,3	58,4	B
6) <i>L .perenne</i> (silagem)	24,0	2,9	6,3	14,5	46,2	C
7) <i>L .perenne</i> (fresco)	20,8	3,3	5,4	14,0	49,1	C
8) <i>Cichorium intybus</i>						
• 14/05/2007	14,66	-	-	18,93	57,39	D
• 18/06/2007	16,81	-	-	20,73	51,57	D
• 27/08/2007	13,70	-	-	19,78	58,40	D
9) <i>Phleum pratense</i>						
• 14/05/2007	18,57	-	-	18,85	56,97	D
• 18/06/2007	18,66	-	-	19,80	55,76	D
• 27/08/2007	18,36	-	-	20,82	54,53	D
<b>Clima tropical</b>						
1) <i>P. maximum</i> (verão)	30,3	4,1	6,5	27,9	23,4	E
2) <i>P. maximum</i> (inverno)	29,6	5,4	9,5	32,4	15,8	E
3) <i>C. gayana</i> (verão)	23,4	2,4	6,2	19,9	34,9	E
4) <i>C. gayana</i> (inverno)	30,7	3,8	9,9	23,5	19,2	E
5) <i>B. decumbens</i> <sup>3</sup> :						
• Julho	37,0	7,5	10,2	18,2	20,8	F
• Novembro	33,6	5,8	5,4	19,9	31,4	F
6) <i>B. ruziziensis</i> <sup>4</sup> :						
• Julho	21,2	2,4	6,6	17,7	50,2	F
• Novembro	26,2	3,9	2,6	19,4	45,6	F

1 – com adaptações; 2 – média de seis cultivares; *P. maximum* – *Panicum maximum* cv. *Trichoglume*; *C. gayana* – *Chloris gayana*; 3 – em julho, média de duas fazendas, em cinco amostras; em novembro média de duas amostras, sob pastejo contínuo sem adubação; 4 – amostragem única de *B. ruziziensis* para cada período, sob pastejo rotacionado (30 dias de intervalo) com adubação; A - Elgersma et al (2003); B - Dewhurst et al (2001); C - French et al (2000); D – Warner et al (2010); E - O’Kelly e Reich (1976); F - Fernandes (2004);

Em um estudo onde foram avaliados 12 métodos de conservação de forragem, percebeu-se que o murchamento e secagem provocaram um decréscimo nas concentrações de C18:2, C18:3 e TAG em Timothy (BOUFAÏED et al, 2003). Em contrapartida, a adubação nitrogenada de 120 kg N ha<sup>-1</sup> resultou no aumento ( $P < 0,01$ ) de 18, 12, 40 e 26% em C16:0, C18:2, C18:3 e TAG, respectivamente, nessa mesma espécie forrageira de clima temperado em relação a ausência de adubação. Uma correlação positiva ( $P < 0,01$ ;  $r^2 = 0,64$ ) entre as concentrações de AG e N foi observada entre as amostras. A alta adubação nitrogenada (100 vs. 45 kg N ha<sup>-1</sup> no período inicial e intermediário da rebrota) e curtos intervalos de rebrota (período inicial da rebrota vs. período intermediário da rebrota com 100 e 45 kg N ha<sup>-1</sup>) resultou em um aumento ( $P < 0,001$ ) na proporção de C18:3 e uma queda em C16:0 (WITKOWSKA et al, 2008). Desse modo, processos para conservação de forragem resultam em menores concentrações de AGP e a adubação nitrogenada ocasiona um aumento nessas concentrações desde que a colheita se realize no período inicial da rebrota.

A concentração de TAG em azevém perene (*Lolium perene L.*) cultivados na Holanda foi de 32 a 53% maior na primavera do que no verão e de 18 a 25% maior no outono do que no verão (WITKOWSKA et al, 2008). Porém, Boufaïed et al (2003) observou que as concentrações de TAG, C18:2 e C18:3 foram maiores no verão do que na primavera e que entre o período de alongamento do colmo e início de florescimento houve reduções de 23, 16 e 31%. Do mesmo modo, as concentrações de TAG, C16:0, C16:1, C18:2 e C18:3 para a maioria das cultivares de azevém perene colhidas a cada 20 dias, foram mais altas para o último corte (final de junho) e mais baixo para o corte intermediário (início de junho) (PALLADINO et al, 2009). Percebe-se que mesmo em curtos períodos de tempo ocorre uma alta variação no perfil de ácido graxo entre época de colheita.

Essas variações coincidem com o estágio de desenvolvimento (reprodutivo versus vegetativo) e são associados com diferentes proporções de folhas. Witkowska et al (2008) relataram que em dossel em estágio reprodutivo no final da primavera, as mudanças na concentração de AG estão relacionadas a diferenças na proporção de folhas ( $P < 0,001$ ;  $r^2 = 0,64$ ). Elgersma et al (2005) e Dewhurst et al (2001) relataram uma relação positiva entre proporção de folha e concentração de AG, especialmente a concentração de C18:3. Por isso, maiores concentrações de AGP são alcançados em pastos colhidos em estádios de desenvolvimento inicial, com maior proporção de folhas, e adubados com nitrogênio no período inicial da rebrota.

## 2.4 IMPACTO DO PERFIL LIPÍDICO DOS PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL NA SAÚDE HUMANA

Nas últimas décadas vários estudos observaram que dietas com altos teores de ácidos graxos saturados (AGS) e colesterol estão correlacionadas à elevação dos riscos de doenças cardíacas e aterosclerose. Com a ampla divulgação desses dados, a sociedade buscou reduzir o consumo de gorduras saturadas, incluindo a maioria dos produtos de origem animal, como leite, carne e ovos (PUTNAM et al, 2002). No entanto, pesquisas recentes sugerem que nem todos os AGS tem impacto negativo na saúde humana. Por exemplo, o ácido láurico (C12:0) e ácido mirístico (C14:0) tem maior efeito no aumento do colesterol total do que o ácido palmítico (C16:0), já o ácido esteárico (C18:0) tem um efeito neutro na concentração total de colesterol (DALEY et al, 2010). De acordo com a Associação Dietética Americana (ADA), a gordura animal contribui aproximadamente com 60% de AGS na dieta Americana, na qual em sua maior parte são o C16:0 e C18:0 que não possuem maiores efeitos maléficos à saúde humana. Além disso, 30% do teor de AG em carne produzida convencionalmente é composta de C18:1, um ácido graxo monoinsaturado (AGM) que tem um efeito redutor no colesterol (DALEY et al, 2010).

Nas dietas ocidentais, Simopoulos et al (1999) afirmam que a relação n-6:n-3 é de 20 a 30:1, valores muito elevados com relação aos considerados ideais (abaixo de 4:1). Um aumento na produção de tromboxanos e leucotrienos pode ser observado em dietas com uma alta relação n-6:n-3, e sua produção em excesso está relacionada a doenças como trombozes, arritmias e asma (TAPIERO et al, 2002). A gordura da carne de bovinos em pastagem natural do bioma pampa apresentou uma relação ômega-6:ômega-3 considerada ideal para consumo, destacando-se a carne proveniente de pastagem natural adubada e sobressemeada com *Lolium multiflorum* (PM) que obteve a menor relação n-6:n-3 com 2,81 (FREITAS, 2010). O melhor perfil lipídico desse experimento se associou a presença de azevém (alto teor e C18:3) e de adubação nitrogenada, assim como ao estágio vegetativo que as espécies se encontravam em setembro. Os precursores das famílias ômega-6 (n-6) e omega-3 (n-3) são os ácidos linoleico (C18:2 n-6) e linolênico (C18:3 n-3), respectivamente (ARVIDSSON, 2010).

Alguns isômeros do ácido linoleico (exemplo: cis-9 trans-11 C18:2), conhecido como ácido linoleico conjugado (CLA), quando transferidos para o leite e carne de ruminantes possuem propriedades, específicas para cada tipo de isômero, que auxiliam no combate ao cân-

cer, na redução de aterosclerose, obesidade, diabetes e osteoporose (MCGUIRE AND MCGUIRE, 2000). O leite e a carne de ruminantes são fontes predominantes de CLA para a dieta humana e o seu incremento nesses produtos está principalmente relacionado à incompleta biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos C18:2 e C18:3 provenientes da dieta animal (BAUMAN et al, 2000; LOCK e GARNSWORTHY, 2002). Como o C18:2 e C18:3 constituem a maioria dos ácidos graxos presentes nas forrageiras, a utilização de pastagem como fonte principal ou exclusiva na alimentação animal constitui uma fonte sustentável desses ácidos graxos poliinsaturados e permite uma menor relação ômega-6:ômega-3 e maior incremento de CLA (PALLADINO et al, 2009).

Algumas pesquisas mostram que o leite proveniente de dietas a base de pasto apresentam maiores concentrações de AG benéficos a saúde humana, como CLA e C18:3, do que dietas a base de silagem de milho e concentrado (Tabela 2). Em uma pastagem de clima temperado com uma concentração de TAG de 38 g/kg MS e o consumo diário de MS de uma vaca leiteira típica estando entre 15 e 20 kg de MS, resultaria em um consumo diário de mais de 600 g de AG altamente insaturados (C18:2 e C18:3: 70-80%) (PALLADINO et al, 2009). O leite proveniente desse tipo de dieta pode conter de 25 a 26,6 g de ácidos graxos monoinsaturados, 4,8 g de PUFA e 1,5 g de CLA por 100 g de gordura (WYSS et al, 2010). Portanto, os manejos na pastagem adotados para proporcionar maior disponibilidade de AGP, principalmente C18:2 e C18:3, para o consumo animal têm como objetivo possibilitar a produção de um produto de origem animal com maiores teores de CLA e ômega-3.

Tabela 2 – Composição da dieta e perfil de ácidos graxos na pastagem e no leite de vacas durante o verão e inverno em sistemas de produção intensivo e extensivo.

PASTAGEM	Sistema de produção							
	Intensivo		Extensivo					
Composição dieta (% MS)	Inverno	Verão	Inverno	Verão				
Pasto	0	0	0	100				
Silagem de milho	35,5	33,4	35,5	0				
Feno	12,8	8,3	61,6	0				
Concentrados	51,7	58,3	2,9	0				
Perfil AG (g kg <sup>-1</sup> MS)								
C16:0	3,72	2,36	1,53	3,51				
C18:0	0,56	0,62	0,26	0,54				
C18:1 cis9	4,48	4,41	1,46	1,97				
C18:2 cis9 cis 12	10,77	8,87	3,88	5,51				
C18:3 cis 9 cis12 cis15	1,26	3,54	2,67	12,79				
TAG	22,49	21,42	12,02	32,29				
Sistema de produção								
LEITE (g/100g AG)	Intensivo		Extensivo		Efeitos			
					SEM	P	S	PxS
C16:0	27,26	28,33	26,89	22,09	0,772	***	**	**
C18:0	10,3	10,62	10,54	12,27	0,355	NS	NS	NS
C18:1 trans11	1,70	1,56	0,66	3,41	0,390	NS	NS	***
CLA	0,82	0,63	0,85	1,87	0,156	***	**	***
C18:3	0,30	0,39	0,67	1,56	0,154	***	***	***
AGS	64,18	64,75	68,69	59,76	1,078	NS	**	**
AGM	31,19	31,29	27,94	33,98	0,787	NS	*	*
AGP	4,63	3,96	3,36	6,26	0,337	NS	***	***

P: Sistemas de produção das fazendas; S: Estações; NS: não significativa; \*: P<0,05; \*\*: P<0,01; \*\*\*: P<0,001; SEM: Erro padrão médio.

Fonte: REVELLO CHION et al (2010).

### **3 HIPÓTESES**

A hipótese central deste trabalho é que variações na altura de pastejo e severidade de desfolhação podem provocar mudanças no perfil e concentração de ácidos graxos em pastos de capim elefante em função de alterações na composição morfológica do estrato pastejável.

### **4 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil e a concentração de ácidos graxos e composição morfológica em pastos de capim elefante cultivar Pioneiro, submetidos a diferentes alturas de pastejo e severidades de desfolhação.



## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 LOCAL E CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) entre janeiro e junho de 2011. A área está localizada a 937 m de altitude, nas coordenadas geográficas aproximadas de 27°49' de latitude sul e 50°20' de longitude oeste, no município de Lages, Santa Catarina (Figura 6).



Figura 6 – Imagem satélite da área experimental (em vermelho).

Fonte: software Google® Earth – acesso online em 26/03/2012

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é o Cfb, subtropical constantemente úmido, sem estação seca e verão fresco, com temperatura média anual de 14,3 °C e precipitação média anual de 1479,4 mm (MUNIZ et al, 2011). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram coletados no posto meteorológico da EPAGRI/CIRAM de Lages/SC (Figura 7).

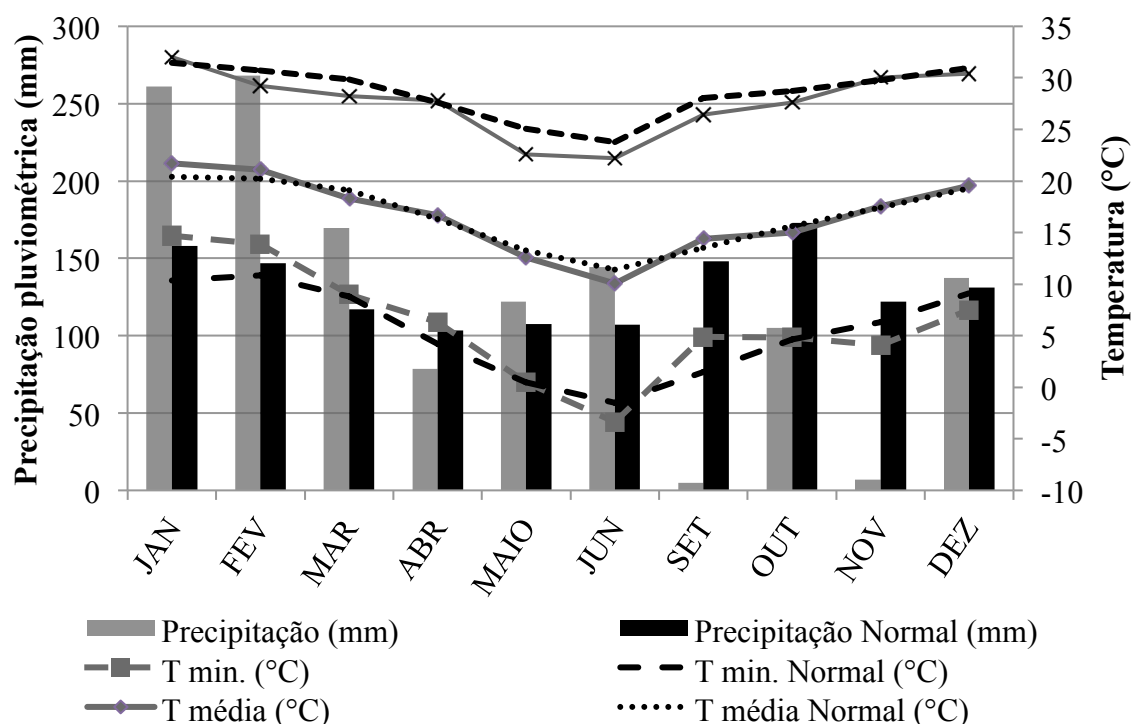


Figura 7 - Médias mensais de precipitação e temperaturas durante o período experimental e normais climáticas (média entre 1925 e 2011).

O relevo da área é considerado suave a moderadamente ondulado e o solo classificado como Cambissolo Húmico alumínico-léptico, textura superficial franco-argilosa-siltosa. Antes do estabelecimento da pastagem, foi realizada uma análise qualitativa do solo, sendo a amostragem efetuada a 20 cm de profundidade em 15 pontos aleatórios por bloco (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise do solo da área experimental em fevereiro de 2010.

	pH	MO	P*	K	Ca	Mg	Al	CTC	H+Al	V
	H <sub>2</sub> O	%	mg/dm <sup>3</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>					%
Bloco I	5,3	3,1	10,8	75	4,24	1,90	0,92	7,25	9,7	39,5
Bloco II	5,3	4,0	12,1	165	3,53	1,60	0,86	6,41	10,9	33,7
Bloco III	5,3	4,3	6,5	172	3,60	1,62	0,58	6,24	10,9	34,1

\*Extrator Mehlich

## 5.2 ESPÉCIE VEGETAL

O experimento foi realizado com a espécie forrageira capim elefante cultivar (cv.) Pioneiro (*Pennisetum purpureum* Schum.). O cultivar Pioneiro, lançada pelo Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite (CNPGL), apresenta boa resposta ao uso de irrigação, touceiras

abertas, intenso perfilhamento basal e aéreo, colmos finos e folhas eretas. O crescimento pós-plantio é vigoroso e apesar do crescimento cespitoso, permite boa cobertura do solo (BOTREL et al, 2000).

O capim elefante pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, gênero *Pennisetum* espécie *Pennisetum purpureum*. O capim elefante é uma gramínea tropical perene (ciclo fotossintético C<sub>4</sub>), cujas características morfológicas apresentam amplas variações fenotípicas. As principais características morfológicas e fenológicas são: ciclo vegetativo perene, hábito de crescimento cespitoso; colmos eretos, cilíndricos, glabros e cheios, variando de 3,5 a 6,0 m de altura, com entrenós de 15 a 20 cm e diâmetro de até 2,5 cm; raízes grossas e rizomatosas. As folhas atingem até 1,25 m de comprimento por 4,0 cm de largura; nervura central larga e de cor mais clara; disposição alternada, bainha lanosa, fina e estriada e lígula curta e ciliada (PEREIRA et al, 2010).

### 5.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, em arranjo fatorial 2x2 que correspondem a combinação entre duas alturas de pastejo (90 ou 120 cm) e duas severidades de desfolhação (50 ou 70% de remoção da altura de pastejo), resultando nos tratamentos 90/50, 90/70, 120/50 e 120/70. A área total aproximada era de 0,8 ha, contendo cada piquete aproximadamente 560 m<sup>2</sup> e uma área de adaptação para os animais com 803 m<sup>2</sup>.

Devido a condições climáticas adversas durante o período experimental, não foi possível avaliar a interceptação luminosa dos pastos. Então a escolha das alturas de pastejo ocorreu através de comparação com outros trabalhos, onde em pastos de capim elefante cv. Cameroon e capim Mombaça as alturas correspondente a 95% de IL são 1 m e 90 cm, respectivamente (VOLTOLINI et al., 2010a; CARNEVALLI et al., 2003). Como o capim elefante cv. Pioneiro é uma planta de porte mais baixo que o capim elefante cv. Camerron e mais alto que o capim Mombaça, a altura capaz de interceptar 95% de IL deveria ser menor que 1 m e não ultrapassar 90 cm. A escolha da altura associada com o 95% de IL ocorreu, pois esse ponto corresponde ao intervalo ideal de pastejo, onde o acúmulo de folhas é elevado, mas antes do acúmulo acentuado de colmo e material morto (PARSONS et al, 1988). A altura de 120 cm foi escolhida com o objetivo de testar um manejo mais extremo a essa cultivar, onde possivelmente o dossel interceptaria em torno de 98%. A escolha pelas severidades de desfolha foi com o intuito de comparar o perfil de gordura da forragem submetida a uma severidade de pastejo mode-

rada (50%), onde a porção pastejável é composta por pequenas quantidades de colmos, com uma alta severidade (70%), onde a porção pastejável contém uma maior proporção colmo.

#### 5.4 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O preparo convencional do solo por meio de lavragem, gradagem, correção química e plantio de mudas, foram realizados em fevereiro de 2010. O plantio de capim elefante na área foi realizado através de estacas contendo pelo menos duas gemas, de acordo com as recomendações da EMBRAPA (DERESZ et al, 2006). As estacas foram dispostas em linhas com espaçamento de 0,5x 0,5 m.

No mês de outubro de 2010, devido à grande presença de leguminosas forrageiras (e.g. *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* e *Lotus corniculatus*) e de algumas ervas daninhas (e.g. *Rumex obtusifolius* L., *Bidens* sp., *Solanum aculeatissimum* Jacq.), realizou-se um controle químico com ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D). No início de dezembro de 2010, para fins de aceleração do processo de implantação, uma primeira roçada foi efetuada a um nível médio de 0,5 m de altura.

#### 5.5 ADUBAÇÃO

Devido as características químicas do solo em fevereiro de 2010 (Tabela 3) foi aplicado 1 t/ha de farelo de concha e 300 kg de NPK (06-30-06) e uma adubação foi realizada em março de 2010 com 400 kg de nitrato de amônio. Antes do início do experimento uma adubação nitrogenada de 50 kg de nitrogênio/ha na forma de uréia (45% de nitrogênio) foi efetuada no dia 08/12/2010 em toda área experimental. Como o período experimental foi previsto para ter uma duração média de 150 dias, cada unidade experimental receberia 250 g de uréia/piquete/dia, o equivalente a 2 kg de N/ha/dia. Para estimar o volume de uréia a ser administrado após cada pastejo, foi calculado o tempo decorrido entre a última adubação do ciclo anterior e a data da possível adubação do ciclo atual, e multiplicou-se pela quantidade de uréia aplicado por dia (250 g). A adubação foi realizada preferencialmente em datas próximas a ocorrência de chuvas e após a saída dos animais dos piquetes (pós-pastejo). O objetivo dessa estratégia foi disponibilizar o mesmo volume diário de N durante o início da rebrota para todas as unidades experimentais. Desse modo, os tratamentos que tiveram intervalos de pastejos mais curtos (90/50) receberam a cada adubação um volume de uréia inferior aos demais tra-

tamentos que tiveram intervalos de pastejos mais longos, porém ambos receberam o mesmo volume diário de nitrogênio (Tabela 4).

Tabela 4 –Adubação nitrogenada total, número de pastejos, intervalo de rebrota e volume diário de nitrogênio de cada tratamento durante o período experimental.

TRATAMENTO	PASTEJO	TOTAL (kg N)	INTERVALO DE REBROTA (dias)	VOLUME DIÁRIO (kg N/piquete)	TOTAL (kg N/ha)
120/50	1	8,8	27	0,11	234,4
	2	9,1	28		
	3	21,5	65		
120/70	1	9,0	27	0,11	200,4
	2	24,6	75		
90/50	1	5,8	18	0,11	162,4
	2	8,0	24		
	3	13,4	41		
90/70	1	5,3	16	0,11	231,1
	2	11,4	35		
	3	22,1	67		

## 5.6 MONITORAMENTO DAS ALTURAS

As alturas de pré e pós-pastejo foram monitoradas através da altura média do dossel em 60 pontos aleatórios em cada piquete, onde foi aceito uma variação de até 10% entorno da média para determinar a entrada ou saída dos animais (Tabela 7). A adoção dos 60 pontos foi determinada através de comparações de médias oriundas de amostragens de 10 a 100 pontos por unidade experimental, verificando-se que a partir de 60 pontos não houve variação nas médias. Para mensuração dessas alturas foi utilizado o “sward stick” adaptado, desenvolvido conforme método proposto por Barthram (1985), para possibilitar as avaliações de até 1,40 m de altura (Figura 8). A frequência dessa avaliação foi aumentada conforme a velocidade de crescimento da pastagem observada para cada época do ano.



Figura 8 – Stick adaptado.

## 5.7 ANIMAIS

O pastejo foi efetuado por novilhas (os), vacas secas e vacas em lactação pertencentes ao Departamento de Produção Animal e Alimentos da UDESC. O número de animais utilizados a cada pastejo foi dimensionado de forma que o rebaixamento dos piquetes acontecesse em período não superior a 3 dias. Contudo, os animais foram somente agentes desfolhadores, não sendo executado nenhum tipo de avaliação animal no período experimental.

O primeiro pastejo nas unidades experimentais ocorreu em janeiro, após cada piquete atingir a altura pré-pastejo correspondente (90 ou 120 cm). Somente nesse primeiro pastejo houve a roçada de alguns piquetes com o objetivo de ajustar as alturas residuais, pois algumas alturas pós-pastejo não foram alcançadas pelos animais nessa etapa (90/70 e 120/70). Nos pastejos subsequentes, não foi realizado roçada quando os animais não rebaixaram o pasto até o resíduo esperado, pois esse fato foi aceito como efeito do próprio tratamento imposto.

## 5.8 ESTRATIFICAÇÃO PRÉ-PASTEJO

As coletas de forragem eram efetuadas com uso de amostradores retangulares de 1 m<sup>2</sup> dispostos em três pontos que representassem a condição média do dossel forrageiro da unidade experimental no momento da coleta. Ao alcançar a altura de pré-pastejo (90 ou 120 cm), cada amostra de 1 m<sup>2</sup> por piquete foi estratificada em 3 partes (Figura9): estrato 1, estrato 2 e resíduo. O intervalo entre as alturas pré e pós-pastejo foi denominado de estrato pastejável, o qual a metade superior e metade inferior foram coletadas e nomeadas de estrato 1 e 2, respectivamente (Tabela 5).

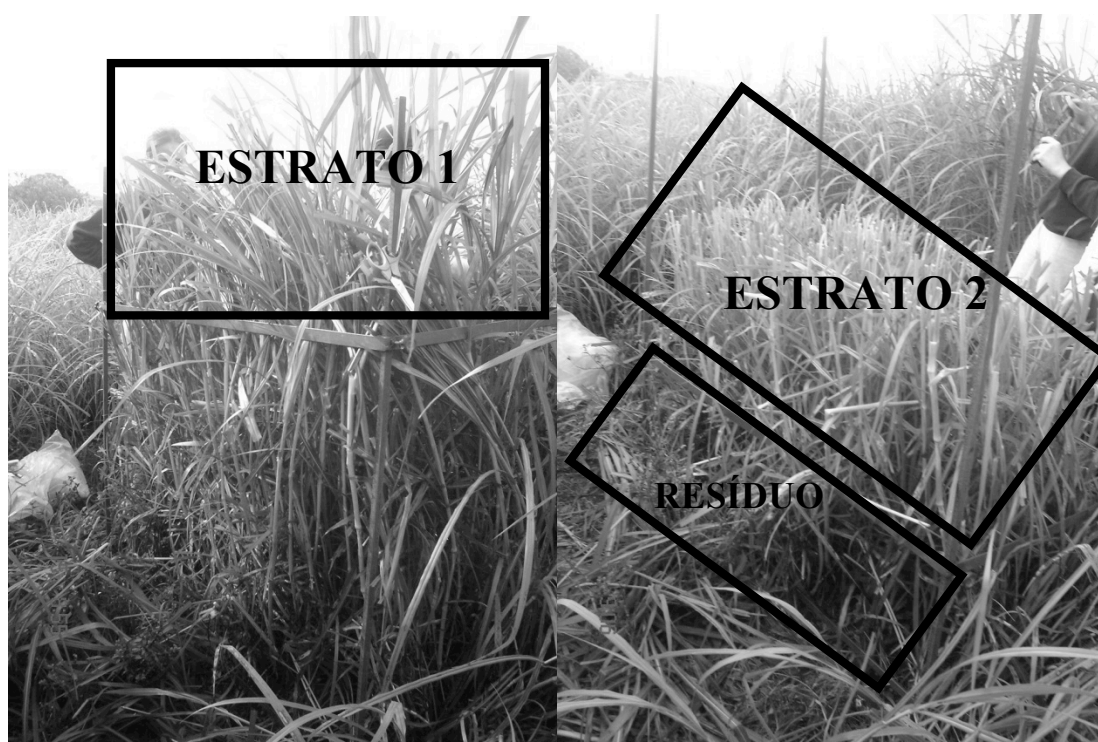


Figura 9 – Estratificação pré-pastejo.

Tabela 5 – Comprimento dos cortes dos estratos 1, 2 e resíduo.

<b>Tratamento</b>	<b>Estrato 1</b>	<b>Estrato 2</b>	<b>Resíduo</b>
<b>Comprimento dos cortes</b>			
120/50	30 cm	30 cm	60 cm
120/70	42 cm	42 cm	36 cm
90/50	22,5 cm	22,5 cm	45 cm
90/70	31,5 cm	31,5 cm	27 cm

Cada amostra verde estratificada foi pesada com o objetivo de estimar a massa seca total e lotação animal. Após pesagem, as três amostras de cada porção estratificada foram homogeneizadas e uma subamostra do estrato 1 e 2 foram coletadas para análise do perfil de ácido graxo e outra subamostra dos estratos 1, 2 e resíduo foram coletadas e pesadas para determinação da composição morfológica e teor de matéria seca.

O período experimental foi de fevereiro de 2010 a junho de 2011. O período de coleta de amostras ocorreu entre fevereiro e junho de 2011.

#### 5.8.1 Massa seca total

Para determinação do teor de matéria seca as subamostras foram armazenadas em estufas de circulação forçada à 60 °C por 72 horas. A massa seca total da forragem foi obtida através do produto do peso verde médio total da planta (três estratos) e do teor de matéria seca.

#### 5.8.2 Lotação Animal

Os pesos médios das três amostras verdes do estrato 1 e 2 foram registrados como massa verde pastejável. Para obtenção da oferta de MS por piquete, foi estipulado 17% de teor de MS e 25% de perda de forragem. Como o pastejo foi realizado por novilhas, e vacas secas e vacas em lactação, utilizou-se a média de 2% de consumo de MS sobre o peso corporal para obter-se a quantidade de peso vivo necessário para o consumo do volume de MS disponível para o piquete em somente 1 dia. Ao final do cálculo a quantidade de peso vivo (PV) necessário para o consumo foi dividida por 3 dias (período de ocupação) e obteve-se a quantidade de PV necessária para o consumo da MS disponível em 1 dia. A pesagem foi efetuada em intervalos de 15 dias para os animais frequentemente utilizados e antes da entrada dos animais nos piquetes para os animais com menor frequência de utilização (Tabela 6).



Tabela 6 – Peso e data de pesagens dos animais.

		JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO
ANIMAL:	CATEGORIA:	PESOS (kg):				
132	Vaca Lac	543	544	549	537	564
140	Vaca Lac	693	677	666	639	669
143	Vaca Lac	614	606	642	595	610
144	Vaca Seca	765	784			
146	Vaca Seca	717	552	544	511	537
150	Vaca Lac	595	572	588	586	623
155	Vaca Lac	678	691	717	727	755
156	Vaca Seca	554				
157	Vaca Lac	566	547	565	554	572
158	Vaca Lac	581			603	
161	Vaca Seca	586		633	591	
165	Vaca Seca	581	623	628	641	645
171	Vaca Seca	502	537	575	562	579
176	Novilha	457	471	517	515	525
177	Novilha	428	447		474	494
178	Novilha	451	477		508	514
179	Novilha	392	400		443	430
180	Novilha	368	370		403	401
181	Novilha	350	356		399	410
183	Novilha	324	322		377	366
184	Novilha	330	347	386	417	406
185	Novilha	260				
187	Novilha	235				
191	Novilha	191				

### 5.8.3 Composição morfológica

As subamostras dos estratos 1 e 2 foram coletadas e pesadas individualmente. A separação morfológica dessas subamostras foi efetuada e classificada em: colmo (colmo mais pseudocolmo), folha, material morto e plantas invasoras. Após separação, essas amostras foram armazenadas em estufas de circulação forçada à 60 °C por 72 horas para verificação do teor de matéria seca. Com isso a massa seca total de forragem, de folhas, colmos e material morto foram obtidas e o peso das amostras secas em g/m<sup>2</sup> de MS foi transformado para kg/ha de MS. A composição morfológica, expressa em percentagem de folhas (%F), colmos (%C) e material morto (%MM), foi obtida pela relação entre a massa seca das partes morfológicas separadas e a massa seca total das subamostras. Com a determinação desses componentes, foi

possível obter a relação lâmina:colmo através do quociente entre massa de folhas e massa de colmos de cada estrato.

#### 5.8.4 Coleta para análise de ácidos graxos

Para análise de ácidos graxos, uma subamostra de forragem de cada estrato pastejável(1 e 2) foi coletada após homogeneização das 3 amostras de cada estrato correspondente. Essas amostras foram imediatamente acondicionadas em sacos plásticos identificados e transferidas para um freezer (-18°C), onde foram armazenadas até a realização das análises laboratoriais de extração de gordura e posterior envio para análise de ácidos graxos via cromatografia gasosa.

### 5.9 COLETA COMPLEMENTAR

Com as coletas realizadas através da estratificação pré-pastejo, o perfil lipídico avaliado foi uma composição entre folhas em diferentes estágios de crescimento, colmo e material morto. Dessa forma, em abril de 2012 foram coletadas amostras de folhas em expansão presentes no estrato 1, folhas maduras do estrato 1 e 2 e colmos com o objetivo de avaliarmos o perfil lipídico nessas estruturas. Através dessas análises complementares, foi possível compreender algumas diferenças entre a proporção de ácidos graxos nos estratos deste experimento e disponibilizar dados mais detalhados.

### 5.10 ANÁLISES LABORATORIAIS

Antes de serem analisadas, as subamostras armazenadas congeladas foram secas em estufa de circulação forçada a 60°C por 72 horas foram trituradas em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1mm.

#### 5.10.1 Determinação do extrato etéreo na forragem

A extração de gordura da pastagem foi realizada através do aparelho Soxhlet onde se obteve o extrato etéreo. Após a pesagem final da amostra para determinação da porcentagem de gordura bruta, a gordura aderida ao fundo do balão volumétrico foi parcialmente diluída em 8 ml de éter, transferida para tubos de vidro, identificados e transportados até a Empresa Catariense de Pesquisa Agropecuária S.A. (EPAGRI) de Itajaí para análise do perfil de ácido graxo via cromatografia gasosa na Unidade de Ensaio Químicos e Cromatográficos.

### 5.10.2 Análise de ácido graxo na forragem

Em tubo rosqueável adicionou-se 1,5mL da solução de saponificação (KOH a 0,5N em metanol), sendo deixados para reação em bloco de digestão a 80°C por uma hora. Após esta etapa, adicionou-se 4,5 ml de solução metanólica ácida (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1M), com os tubos sendo levados novamente ao bloco e deixados por mais uma hora a 80°C. Após a esterificação os tubos foram deixados para resfriar quando foi adicionado 2mL de n-hexano para extrair os ésteres metílicos de ácidos graxos. Após agitação dos tubos no vórtex, aproximadamente 1mL da fase n-hexano foi transferido para o frasco adequado ao injetor automático do cromatógrafo gasoso.

Para a determinação do perfil de ácidos graxos foi utilizado cromatógrafo a gás Shimadzu 17A, equipado com o detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar Supelco SP2340 (60m x 0,25mm x 0,2um). As temperaturas do detector e injetor foram de 260°C e 240°C. A temperatura da coluna – iniciou em 120°C por 5 minutos e aumentou gradualmente 4°C/min. até a temperatura final de 240°C, permanecendo assim por 5 min. O gás de arraste (H<sub>2</sub>) apresentou velocidade linear de 17cm/s o que correspondeu ao fluxo na coluna de 0,67mL/min. O volume de injeção – 1 uL, foi normalmente utilizado com razão de split de 1:50. Tanto o volume quanto a razão de split foram adequados em função da concentração da amostra. A identificação dos picos foi efetuada pela comparação dos tempos de retenção dos picos característicos com o padrão de ésteres metílicos (Supelco 37 components FAMES Mix, ref. 47885-U). A quantificação foi realizada pela razão da área do pico do éster metílico de interesse, em relação a área total dos picos identificados, expressa em percentagem. O perfil de AG detectado no capim elefante foi: C16:0, C16:1, C18:1, C18:2 e C18:3.

### 5.11 ESTATÍSTICA

Os dados foram arranjados em ciclos independente da data de coleta, porém respeitando-se a ordem cronológica da coleta. Depois de agrupados, os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*) versão 9.1. A opção pelo procedimento MIXED se deveu a natureza de coleta dos dados (coletados sequencialmente no tempo) e pelo fornecimento de estruturas de matrizes de covariância que melhor se ajustem aos dados. Para efeito de comparação de médias foi utilizado o teste *t* de student com um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

### Altura da forragem

As coletas de capim-elefante ocorreram no período pré-pastejo do segundo e terceiro pastejo, onde todos os piquetes estavam em uma altura média de entrada dentro da estabelecida (Tabela 7). Do mesmo modo, as alturas pós-pastejo dos piquetes com severidades de 50% se encontraram dentro da meta estabelecida. Porém, as alturas médias de saída dos piquetes com severidades de 70% não foram alcançadas, resultando em resíduos com alturas de 40 e 42 cm para os piquetes 90/70 no segundo e terceiro pastejo e 61 cm para o piquete 120/70 no segundo pastejo, respectivamente.

Tabela 7 – Altura média de entrada e saída dos piquetes.

TTO	<u>1º Pastejo</u>		<u>2º Pastejo</u>		<u>3º Pastejo</u>	
	ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
90/50	89,37	44,84	96,08	49,78	91,83	46,34
90/70	88,62	30,06	93,90	40,17	88,50	42,20
120/50	118,79	63,06	119,66	65,07	116,00	66,04
120/70	123,00	34,98	116,90	60,59	-	-

### Composição morfológica da pastagem

A massa de folhas apresentou interação entre estrato e os fatores altura e severidade (Tabela 8). Observou-se que no estrato 1 do tratamento 120/70 (2281 kg de MS/ha) houve a maior massa de folhas dentre os tratamentos. Contudo, o estrato 2 destes tratamentos apresentaram a menor massa de folhas (1111 kg de MS/ha) associada as maiores produções de colmo (3456 kg de MS/ha), resultando em uma baixa relação folha/colmo (0,32). A massa de colmos mostrou interação entre as severidades de pastejo e os estratos ( $P < 0,05$ ), onde as menores massas foram observadas no estrato 1 da severidade 50% (329 kg de MS/ha) e as maiores no estrato 2 da severidade 70% (2529 kg de MS/ha). Em contraste à massa de folhas, a qual não variou entre os estratos, a massa de colmos mostrou-se mais elevada no estrato 2 (1719 kg de MS/ha) do que no estrato 1 (330 kg de MS/ha), resultando em diferentes proporções de folha e colmo entre os estratos.

Tabela 8 – Efeitos dos tratamentos e estratos na massa de folhas, colmo e material morto em capim elefante cv. Pioneiro.

TRATAMENTO	ESTRATO	Massa de Folhas (kg MS/ha)	Massa de Colmos (kg MS/ha)	Masas de Material Morto (kg MS/ha)
90/50	1	896,44	182,97	0
	2	904,21	706,32	103,75
90/70	1	1174,91	292,2	14,57
	2	1571,14	1602,93	213,14
120/50	1	817,49	475,7	17,30
	2	1176,56	1113,01	157,95
120/70	1	2281,21	369,97	0
	2	1111,2	3455,93	13,57
ESTRATO	1	1292,51	330,21	7,97
	2	1190,78	1719,55	122,10
FREQUENCIA	90 cm	1141,67	2105,32	611,53
	120 cm	1271,16	3086,20	1035,96
SEVERIDADE x ESTRATO	50/1	856,97	329,33	8,65
	50/2	1040,39	909,66	130,85
	70/1	1728,06	331,08	7,29
	70/2	1341,17	2529,43	113,35
ANOVA		Massa de Folhas (kg MS/ha)	Massa de Colmos (kg MS/ha)	Massa de Material Morto (kg MS/ha)
FREQUENCIA (90 e 120cm)		0,2046 <sup>NS</sup>	0,0011*	0,0107*
SEVERIDADE (50 e 70%)		0,2231 <sup>NS</sup>	0,2629 <sup>NS</sup>	0,0127*
ESTRATO (1 e 2)		0,4423 <sup>NS</sup>	<0,0001*	<0,0001*
FREQUENCIA*ESTRATO		0,0326*	0,1162 <sup>NS</sup>	0,0008*
SEVERIDADE*ESTRATO		<0,0001*	0,0055*	0,0021*
FREQUENCIA*SEVERIDADE		0,5605 <sup>NS</sup>	0,3902 <sup>NS</sup>	0,9882 <sup>NS</sup>
FREQ*SEVER*ESTRATO		0,0002*	0,4672 <sup>NS</sup>	0,7779 <sup>NS</sup>

As proporções de folhas e colmos apresentaram interações entre os fatores altura, severidade e estrato (Tabela 9). As maiores proporções de folhas foram observadas no estrato 1 dos piquetes 120/70 (87%). Mas apesar disso, o estrato 2 desse tratamento apresentou a menor proporção de folhas (24%), totalizando uma média de 55% de folhas disponível ao animal no estrato pastejável. A proporção de colmos se comportou de maneira oposta, onde os valores mais altos foram obtidos no estrato 2 dos piquetes 90/70 e 120/70. De forma geral, indepen-

dente do tratamento utilizado, as maiores proporções de folhas estiveram disponíveis para os animais no estrato 1 da pastagem.

Tabela 9 – Efeitos dos tratamentos e estratos na proporção de folhas, colmo e material morto em capim elefante cv. Pioneiro.

TRATAMENTO	ESTRATO	% Folha	% Colmo	% Material Morto	Relação F:C
90/50	1	81,90	18,10	0	5,34
	2	52,75	41,99	5,25	0,90
90/70	1	81,67	17,60	0,73	5,55
	2	46,69	45,69	7,62	1,07
120/50	1	67,02	32,06	0,92	1,71
	2	51,04	43,33	5,63	1,31
120/70	1	86,80	13,20	0	8,17
	2	24,07	75,65	0,28	0,32
MÉDIA ESTRATO	1	78,28	21,25	0,47	5,19
	2	46,44	48,24	5,32	0,90
MÉDIA FREQUENCIA	90 cm	65,75	30,85	3,40	3,21
	120 cm	57,83	39,94	2,23	2,88
ANOVA		% Folha	% Colmo	% Material Morto	Relação F:C
FREQUENCIA (90 e 120cm)		0,0189*	0,0283*	0,4852 <sup>NS</sup>	0,7793 <sup>NS</sup>
SEVERIDADE (50 e 70%)		0,0818 <sup>NS</sup>	0,6579 <sup>NS</sup>	0,0037*	0,2266 <sup>NS</sup>
ESTRATO (1 e 2)		<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,0010*
FREQUENCIA*ESTRATO		0,599 <sup>NS</sup>	0,0869 <sup>NS</sup>	0,0213*	0,8887 <sup>NS</sup>
SEVERIDADE*ESTRATO		0,0037*	0,0008*	<0,0001*	0,1246 <sup>NS</sup>
FREQUENCIA*SEVERIDADE		0,8891 <sup>NS</sup>	0,3811 <sup>NS</sup>	0,1304 <sup>NS</sup>	0,2902 <sup>NS</sup>
FREQ*SEVER*ESTRATO		0,0377*	0,0084*	0,6721 <sup>NS</sup>	0,1278 <sup>NS</sup>
F:C: Relação Folha:Colmo					
* : < 5%; <sup>NS</sup> : Sem efeito significativo a 5%.					

#### Concentração de ácidos graxos

Os ácidos graxos predominantes foram o C18:3, C18:2 e C16:0, totalizando aproximadamente 94% do total de ácidos graxos (AGT) (Tabela 10). Dentre eles, o C18:3 destacou-se como o AG com proporções mais elevadas na pastagem (média de 58%). Observou-se uma variação na porcentagem de gordura bruta (GB) entre as amostras coletadas (1,7 a 5%), assim como nos ácidos graxos C16:0 (13 a 30%), C16:1 (0 a 5%), C18:1 (0 a 5%), C18:2 (13 a 26%) e C18:3 (43 a 68%).

Tabela 10 – Efeitos dos tratamentos e estratos nas proporções de ácidos graxos de capim elefante cv. Pioneiro.

TRATAMENTO	ESTRATO	C16:0	C16:1	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3	GB
		%					
90/50	1	15,48	4,20	1,66	15,12	63,52	3,64
	2	19,08	3,58	3,08	20,07	53,86	2,47
90/70	1	15,40	4,17	1,74	14,10	64,67	3,08
	2	19,99	3,85	2,97	21,37	51,73	2,39
120/50	1	20,09	4,11	1,54	15,38	61,51	3,12
	2	17,32	4,40	2,80	20,03	52,61	2,50
120/70	1	17,07	4,01	0,92	15,96	62,02	2,66
	2	21,64	3,99	2,68	22,97	48,70	1,94
ESTRATO	1	16,31	4,12	1,46	15,14	62,93	3,12
	2	20,20	3,95	2,88	21,11	51,72	2,32
ALTURA	90 cm	17,48	3,95	2,36	17,66	58,44	2,89
	120 cm	19,03	4,13	1,99	18,58	56,21	2,55
ANOVA		C16:0	C16:1	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3	GB
ALTURA (90 e 120 cm)		0,0036*	0,3283 <sup>NS</sup>	0,1462 <sup>NS</sup>	0,1382 <sup>NS</sup>	0,0510*	0,113 <sup>NS</sup>
ESTRATO (1 e 2)		<0,0001*	0,3704 <sup>NS</sup>	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,0005*

ALT: Altura; SEV: Severidade; \* :< 5%; <sup>NS</sup>: Sem efeito significativo a 5%.

Não houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores testados e também não houve diferença entre as severidades de pastejo no perfil lipídico da pastagem (Tabela 10). As alturas de pastejo modificaram as concentrações de alguns ácidos graxos observados, onde as maiores concentrações de C16:0 (19%) foram nos tratamentos com 120 cm e a maior concentrações de C18:3 (58%) foi no tratamento com 90 cm. As maiores diferenças no perfil lipídico foram encontradas entre os estratos 1 e 2 da forragem (Tabela 13). Porcentagens mais elevadas de C18:3 (63%) e gordura bruta (3%) foram encontradas no estrato 1 da pastagem e, em contrapartida, maiores proporções de C16:0 (20%), C18:1 (2,8%) e C18:2 (21%) foram encontrados no estrato 2. Embora o C16:0, C18:1 e C18:2 apresentarem valores mais altos no estrato 2, observou-se que o C18:3 permaneceu predominante (52%) nessa porção.

## DISCUSSÃO

Não houve relação entre massa de folhas e concentração de C18:2 e C18:3 (Figura 10). A massa de folhas da forragem vista de maneira isolada pode levar a interpretações errôneas a respeito da qualidade do perfil de gordura, pois uma forragem com alta massa de folhas não terá necessariamente uma maior concentração de C18:2 ou C18:3 (Figura 10). Isso porque a obtenção de altas produções de folhas concomitantemente a altas produções de colmos resultam em uma menor relação folha:colmo (0,9) ou menor proporção de folhas (Tabela 8 e 9). Dessa forma, parâmetros como proporção de folhas ou relação folha:colmo permitem uma melhor previsão no perfil de gordura da pastagem.

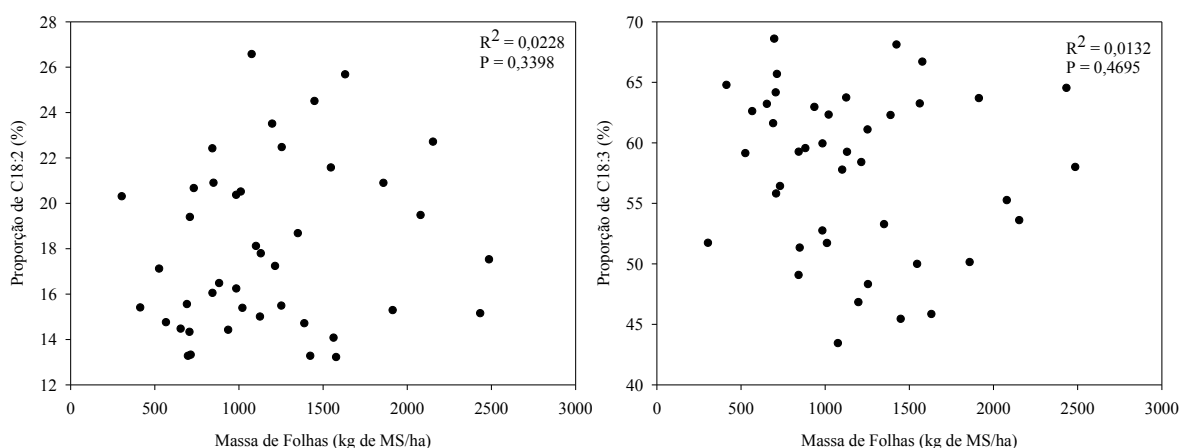


Figura 10 –Relação funcional entre massa de folhas e concentração de C18:2 e C18:3.

A proporção média de folhas foi inferior ao encontrado por Santos et al (2003) com a mesma cultivar (81%) e superiores a cultivar anão plantada em monocultivo (45%) (CRESTANI, 2011). Trabalho comparativo entre clones de capim elefante com 180 cm de altura e cortes a 50 cm do solo (aproximadamente 70% de severidade), verificaram uma menor relação folha:colmo para as cultivares Pioneiro e Cameroon (1,5 e 2,2, respectivamente) do que a encontrada neste experimento em severidade semelhante (3,7) (BOTREL et al, 2000). Analisando os tratamentos 120/70 e 90/70, observou-se que o comprimento do corte durante a coleta de forragem foi maior (84 e 63 cm, respectivamente) do que os tratamentos 120/50 e 90/50 (60 e 45 cm, respectivamente) (Tabela 5). Assim houve uma diferença marcante na proporção de folhas entre os estratos dos piquetes 120/70, no qual o estrato 1 correspondeu aos 42 cm da parte superior da forragem e aonde se obteve a maior proporção de folhas (87%). Consequentemente, o estrato 2 destacou-se por uma maior proporção de colmos (76%).

A porcentagem média de gordura entre os tratamentos, apesar de baixa (considerando a amplitude de variação na literatura), foi superior (2,7%) a encontrada por Santos et al (2003)



(0,37%). Porém, esses autores trabalharam com alturas pré-pastejo de 125 cm e 40cm de resíduo pós-pastejo (68% de severidade), semelhante ao tratamento 120/70 deste trabalho que também obteve maior porcentagem de gordura (2,3%). O C18:3 foi o principal ácido graxo na pastagem, variando entre 48,7 e 64,7% do TAG, valores inferiores ao encontrados em pastagem mista de clima temperado na Suíça (59 a 73%) e superiores as pastagens tropicais estudadas na Austrália (12,8 a 36,2%) e no Brasil (20,8 a 45,6%) (WYSS et al, 2010; O'KELLY et al, 1976; FERNANDES, 2004). A diferença entre as concentrações de C18:3 dos trabalhos com forragens de clima tropical pode ser explicada pelos métodos de coleta de forragem e/ou pela diferença climática entre as regiões. No presente trabalho a coleta de forragem variou entre 50 a 70% da altura de pastejo e a região é de clima subtropical, onde as temperaturas durante o verão são amenas, com médias entre 21 a 17°C nos meses de janeiro a março. Nos outros trabalhos a coleta de forragem foi 66% da altura de pastejo e através de pastejo simulado (coleta ao nível do solo), e as temperaturas foram superiores, variando entre 32 a 22°C e 23 a 25°C, na Austrália e em São Paulo, respectivamente. Assim, coletas de forragem com maiores participações de colmo e/ou regiões com temperaturas amenas podem resultar em diferentes concentrações de AGP, principalmente C18:3. Uma hipótese para as maiores concentrações de AGP no capim elefante cv. Pioneiro em locais com temperaturas mais baixas pode ser a influência da temperatura na ativação das enzimas desaturases, responsáveis pela adição de duplas ligações nos ácidos graxos.

A ausência de diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no perfil de ácidos graxos entre as severidades de pastejo dos tratamentos pode ser explicada pela proporção semelhante de folhas no estrato pastejável do tratamento 90/50 e 90/70 (67 e 64%), assim como do 120/50 e 120/70 (59 e 55%). Apesar das concentrações de ácidos graxos, particularmente o C18:3, ter sido semelhante entre as severidades testadas, as alturas pós-pastejo das severidades 70% não foram alcançadas pelo pastejo dos animais (Tabela 7) e o intervalo de rebrota foi maior (Tabela 4). Fato explicado pela maior presença de colmo após os 50% de rebaixamento, proporcionando uma barreira física para o consumo animal (ZANINI et al, 2012; FONSECA, 2011), e pela menor quantidade de folhas residuais. Assim, o tratamento 90/50 torna-se o mais adequado quando se pretende disponibilizar maiores proporções de folhas aos animais em um menor intervalo de rebrota.

Observou-se que os maiores teores de C18:3 e GB estiveram relacionados com a maior proporção de folhas presentes no estrato 1 (78%) e no estrato pastejável do capim elefante cv. Pioneiro com 90 cm de altura (66%). Em contrapartida, os teores mais elevados de C16:0,

C18:1 e C18:2 foram observados na presença de menor proporção de folhas no estrato 2 (46%) e no estrato pastejável do capim elefante com 120 cm de altura (58%). Essa diferença no perfil lipídico entre os estratos pode ser explicada pelo fato da maioria dos lipídios, principalmente os insaturados, estarem presentes na membrana do cloroplasto foliar (ARVIDSSON, 2009). Elgersma et al (2005) e Dewhurst et al (2001) também encontraram uma relação positiva entre a proporção de folhas e a concentração de AG, especialmente a concentração de C18:3. Entretanto, Elgersma et al (2003a) não encontraram relação na concentração lipídica e proporção de folhas. Esses autores, os quais trabalharam com azevém perene na Holanda, indicam que a relação entre proporção de folhas e C18:3 pode ser mais importante em algumas épocas do ano (início do verão), mas outros fatores como intensidade de luz e temperatura são mais importantes no final do verão mesmo quando a proporção de folhas é alta. No presente experimento as maiores proporções de folhas no estrato pastejável do capim elefante disponibilizava aos animais maiores teores de C18:3 (Figura 11), ou seja, o tratamento 90/50 (Tabela 9).

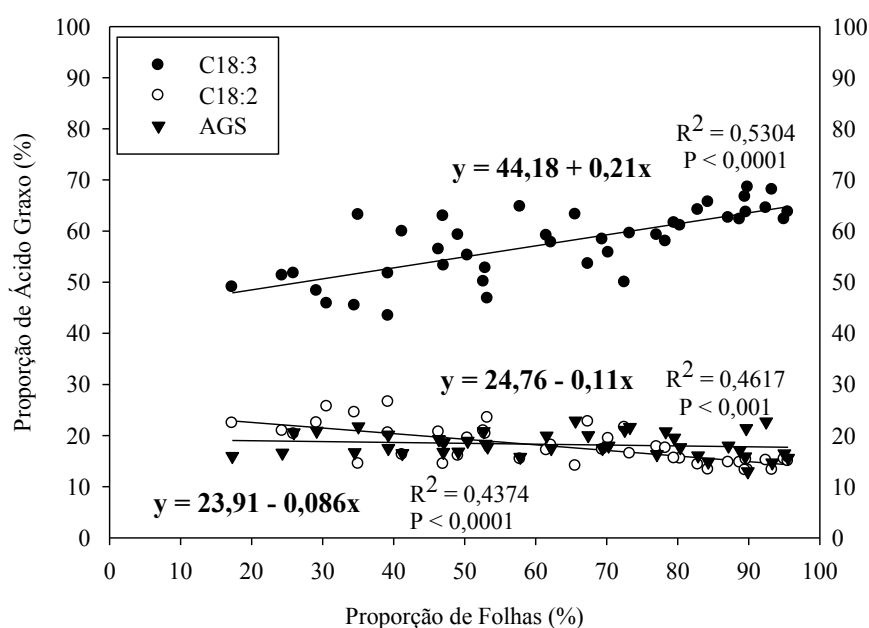


Figura 11 - Relação funcional entre a proporção de folhas dos pastos e a concentração de C18:3, C18:2 e AGS.

Embora a proporção de C18:3 ainda predominasse no estrato 2, percebe-se que houve uma redução nas suas proporções (63% para 52%) e um aumento de C18:2 e AGS (15% para 21% e 16% e 20%) quando comparado ao estrato 1. Os maiores teores de C18:2 foram observados no estrato com maior proporção de colmos (Figura 11). Essa mesma tendência foi observada em sistema racionado com azevém perene manejado por Vlaeminck et al (2010), on-

de ao longo dos 4 dias de rebaixamento do pasto com o concomitante aumento na quantidade de colmos houve um aumento linear nas concentrações de C18:2 e uma redução em C18:3. Essas alterações possivelmente ocorreram pela maior presença de C18:2 no colmo e de C18:3 nas folhas. Para verificar essa diferença no perfil entre as estruturas morfológicas, coletas de folhas maduras, folhas em expansão do topo do dossel e colmo foram realizadas para análise de AG (Figura 12).

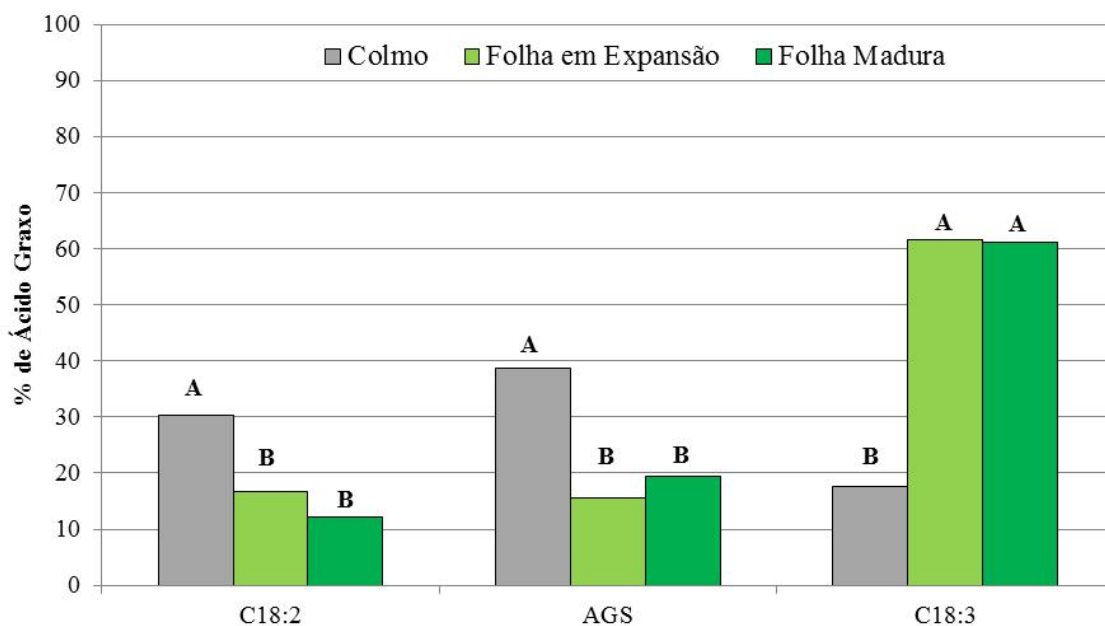


Figura 12 – Porcentagem de ácidos graxos identificados no colmo, folha em expansão e folha madura em perfilhos de capim elefante cv. Pioneiro.

A presença de maiores proporções de C18:3 na pastagem com maior proporção de folhas (Figura 11), como exemplo o estrato 1 ou em 90 cm de altura (Tabela 9), pode ser explicado pela maior concentração desse ácido graxo nas folhas (61%) do que o colmo (18%) (Figura 12). Por outro lado, as maiores proporções de C18:2 e AGS em pastagens com menor proporção de folhas (Figura 11), como por exemplo no estrato 2 ou com 120 cm de altura (Tabela 9), pode ser explicado pela maior concentração de C18:2 e AGS no colmo (30 e 39%) do que nas folhas (17 e 20%) (Figura 12). Além disso, não houve diferença nas concentrações dos ácidos graxos observados entre folhas em expansão e folhas maduras. Assim, maiores proporções de folhas na pastagem, independente da idade, disponibilizaram maiores porcentagens de C18:3.

Os manejos utilizados proporcionaram uma maior concentração de gordura e C18:3 em relação a outros experimentos com a mesma cultivar e com outras forragens de clima tropical. O estrato pastejável do tratamento 90/50 é o mais adequados quando o objetivo é disponibilizar ao animal uma pastagem com maiores teores de C18:3. Entretanto, os dados sugerem que

estratégias de desfolhação baseadas em pastejo ponta-repasse, cujo objetivo é favorecer uma maior quantidade de ácido linolênico aos animais de maior exigência nutricional, o estrato superior é o mais adequado. Os resultados também indicaram que a presença de C18:3, C18:2 e AGS estão relacionadas com estruturas morfológicas distintas e que não houve diferença nas concentrações dos ácidos graxos entre folhas em expansão e folha madura.

## CONCLUSÃO

Os manejos utilizados no capim elefante cultivar Pioneiro não acarretaram em mudanças significativas no perfil de ácidos graxos, mas estratos superiores e 90 cm de altura pré-pastejo ou manejos que resultam em uma maior proporção de folhas, disponibilizam aos animais uma maior concentração de ácidos linolênico. A presença de ácidos graxos saturados, ácido linoleico e linolênico estão relacionadas com estruturas morfológicas distintas e não houve diferença nas concentrações desses ácidos graxos entre folhas em expansão e folha madura.

## REFERÊNCIAS

- ARVIDSSON, K. **Factors Affecting Fatty Acid Composition in Forage and Milk**. Sciences-New York. Swedish University of Agricultural Sciences, 2009.
- BARTA, A.L. Higher fatty acids of perennial grasses as affected by species and by nitrogen and potassium fertilization. **Crop Science Society of America**, v. 15, p. 169–171, 1975.
- BARTHRAM, G.T. **Experimental techniques: the HFRO sward stick**. In: The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985. Penicuik: HFRO, p. 29-30, 1985.
- BAUCHART, D., VÉRITÉ, R. e REMOND, B. Long-chain fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. **Canadian Journal Animal Science**, v. 64 (Suppl.): p. 330–331, 1984.
- BAUMAN, D.E. et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1–15, 2000.
- BOTREL, M. A. et al. Potencial forrageiro de novos clones de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 334-340, 2000.
- BOUFAÏED, H. et al. Fatty acids in forages. I Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 3, 2003.
- CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Piracicaba, SP. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2003.
- CRESTANI, S. **Introdução do Amendoim Forrageiro em pastos de Capim Elefante Anão: consumo de forragem, desempenho animal e fixação biológica de nitrogênio**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade Estadual de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Lages, 2011.
- Da SILVA, S.C. e NASCIMENTO Jr., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, SE, p. 121-138, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/14.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2012.
- DALEY, C. A. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, n. 9, p. 1-12, 2010.
- DEMEYER, D. e DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 58, p. 593-607, 1999.
- DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. World Population Prospects: The 2010 Revision; Total population (both sexes combined) by major area, region and country, annually for 1950-2100; Disponível em: <[http://esa.un.org/wpp/unpp/panel\\_population.htm](http://esa.un.org/wpp/unpp/panel_population.htm)> Acesso em: 15/05/2012.
- DERESZ, F.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E. **Formação e Utilização de Pastagem de Capim-Ellefante**. Juiz de Fora: Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, 2006. 2 p. (Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. Instrução Técnica para o Produtor de Leite, 17). Dis-

ponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/pastprod/17Instrucao.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2012.

DEWHURST, R. J. et al. Influence of species, cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. **Grass and Forage Science**, v. 56: p. 68–74. 2001.

DIERKING, R. M. **Fatty acid variation between forage species and within populations and fatty acid content of beef finished on pasture with different forage species**. University of Missouri, 2008.

ELGERSMA, A. et al. Comparison of the fatty acid composition of fresh and ensiled perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), affected by cultivar and regrowth interval. **Animal Feed Science Technology**, 108:191–205. 2003a.

ELGERSMA, A. et al. Effects of nitrogen fertilization and regrowth period on fatty acid concentrations in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Annals of Applied Biology**, v. 147, 145–152, 2005.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations (Statistics division). Top production – Cowmilk, whole, fresh – 2010. Roma: FAO, 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em 20/03/2012.

FERNANDES, S. A. A. **Levantamento exploratório da produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de búfalas em cinco fazendas do estado de São Paulo**. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Área: Ciência Animal e Pastagem) – USP, Piracicaba, 2004.

FREITAS, ALINE KELLERMANN DE. **Composição da vegetação natural do bioma pampa e da carne de novilhos puros e cruzas angus**. 2010. 147 f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Área: Plantas Forrageiras) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2010.

FONSECA, L. **Metas de manejo para sorgo forrageiro baseadas em estruturas de pasto que maximizem a taxa de ingestão**. Porto Alegre, RS. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Agronomia: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

HARFOOT, C.G. e HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. **The Rumen Microbial Ecosystem**. London: Elsevier Applied Science, p. 285–322, 1988.

HEBEISEN, D. R. et al. Increased concentrations of omega-3 fatty acids in milk and platelet rich plasma of grass-fed cows. **International Journal for Vitamin Nutrition Research**, n. 63, p. 229–233, 1993.

HUGLY, S. e SOMERVILLE, C. A role for membrane lipid polyunsaturation in chloroplast biogenesis at low temperature. **Plant physiology**, v. 99, n. 1, p. 197–202, 1992. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1080425/pdf/plntphys00704-0206.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

IBA, K. Acclimative response to temperature stress in higher plants: approaches of gene engineering for temperature tolerance. **Annual review of plant biology**, v. 53, p. 225–245, 2002.

JARRIGE, R., et al. Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. Pages 25–81 In: Jarrige, R., Ruckebusch, Y., Demarquilly, C., Farcen, M. H. and Journet, M. **Nutrition des ruminants domestiques, Ingestion et digestio**. Paris: INRA, 1995.

LOCK, A. L. e GARNSWORTHY, P. C. Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cows milk. **Animal Science**, v. 74 p. 163–176, 2002.

- LOUGH, A.K. e ANDERSON, L.J. Effect of ensilage on the lipids of pasture grasses. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 32, p. 61. 1973.
- MCGUIRE, M. A. e MCGUIRE, M. K. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1-8, 2000.
- MAYLAND, H.F., MOLLOY, L.F. e COLLIE, T.W. Higher fatty acids composition of immature forages as affected by N fertilization. **Agronomy Journal**, v. 68, p. 979-982. 1976.
- MUNIZ, J. et al - - Plantas de fisalis (*Physalis peruviana* L.) submetidas a adubação química e orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA. VII, 2011, Fortaleza/CE. **Cadernos de Agroecologia**. v. 6.n. 2. 2011. Disponível em: <<http://www.abagroecologia.org.br/ojs2/index.php/cad/article/view/11041/8505>>. Acesso em: 10 abr. 2012.
- O'KELLY, J.C. e REICH, H.P. The fatty acid composition of tropical pastures. **Journal of Agricultural Science**, v. 86, p. 427-429, 1976.
- PALLADINO, R. A. et al. Fatty acid composition and nutritive value of twelve cultivars of perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 64, n. 2, p. 219-226, 2009. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2494.2009.00683.x>. Acesso em: 12 jan. 2011.
- PARSONS, A.J. et al. The physiology of grass production under grazing. 1 – Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously grazed sward. **Journal Applied Ecology**, 20(1): 117-126. 1983a.
- PECUÁRIA. SC dobra produção de leite em oito anos. 2009. Disponível em: <<http://www.pecuaria.com.br/info.php?ver=5426>> Acesso em: 16/05/2012.
- PEREIRA, A. V. et al. *Pennisetum purpureum*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, v.1. 537 p., 2010.
- PUTNAM, J.; ALLSHOUSE, J.; KANTOR, L. S. U.S. Per Capita Food Supply Trends: More Calories, Refined Carbohydrates, and Fats. **Food Review**, v. 25, n. 3 p. 2-15, 2002.
- REVELLO CHION, A. et al. Seasonal variation of fatty acid in milk of intensive and extensive dairy systems in Northern Italy. In: Grassland in a changing world. **Anais...** v. 15, 2010.
- ROUTABOUL, J. et al. Arabidopsis mutants reveal that short- and long-term thermotolerance have different requirements for trienoic fatty acids. **Journal of experimental botany**, v. 63, n. 3, p. 1435-1443, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3276102/pdf/err381.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2012.
- SANTOS, M. V. F. et al. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 821-827, 2003.
- SBRISSIA, A. F. et al. Manejo intensivo de pastagens para gado de leite. In: **Anais...** VI simpósio mineiro e I simpósio nacional sobre nutrição de gado de leite. Belo Horizonte: FEPMVZ ed., 231 p., 2012.
- SILVA, da S.C. Intensificação da produção animal em pasto por meio do manejo do pastejo. In: Simpósio de produção animal a pasto. **Anais...** Maringá: UEM, p.163 – 188, 2011.
- SILVA, da S. C. et al. Intensificação de sistemas de produção animal em pasto. In: **Anais...** 25 simpósio sobre manejo da pastagem. Piracicaba, FEALQ, 278 p., 2009.
- SIMOPOULOS, A.P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 43, p. 127-130, 1999.



TAIZ, L. e ZEIGER, E. . Respiração e metabolismo de lipídeos. In: **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, cap. 11,2004.

VLAEMINCK, B.et al. The effect of allocation frequency in rotational grazing systems on the fatty acid profile in milk fat of dairy cows. In: Grassland in a changing world. **Anais...**v. 15, 2010.

VOLTOLINI, T.V. **Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras**. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 167p., 2006.

VOLTOLINI, T.V. et al. Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a duas frequências de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 121-127, 2010a.

WITKOWSKA, I. M. et al. Effects of Nitrogen Rate and Regrowth Interval on Perennial Ryegrass Fatty Acid Content during the Growing Season. **Agronomy Journal**, v. 100, n. 5, p. 1371-1379, 2008.

WYSS, U.; MÜNGER, A. e COLLOMB, M. Variation of fatty acid in grass and milk during the grazing season. In: Grassland in a changing world. **Anais...**v. 15, 2010.

YANG, U.M. e FUJITA, H. Changes in grass lipid fractions and fatty acid composition attributed to hay making. **Grassland Science**, v. 42, p. 289-293. 1997.

ZANINI, G.D. et al. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim-aruaana e azevém anual submetidos à pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 882-887, 2012.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região  
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Dias, Kamila Maciel

Perfil de ácidos graxos em pastos de capim elefante pioneiro submetidos a alturas de pastejo e severidades de desfolhação / Kamila Maciel Dias; orientador: André Fischer Sbrissia. – Lages, 2012.  
50f.

Inclui referências.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC.

1. Manejo do pastejo. 2. *Pennisetum purpureum* Schum. 3. Ácidos graxos . 4. Forragem de clima tropical .5. Ácido linolênico. I. Título.

CDD – 633.2