

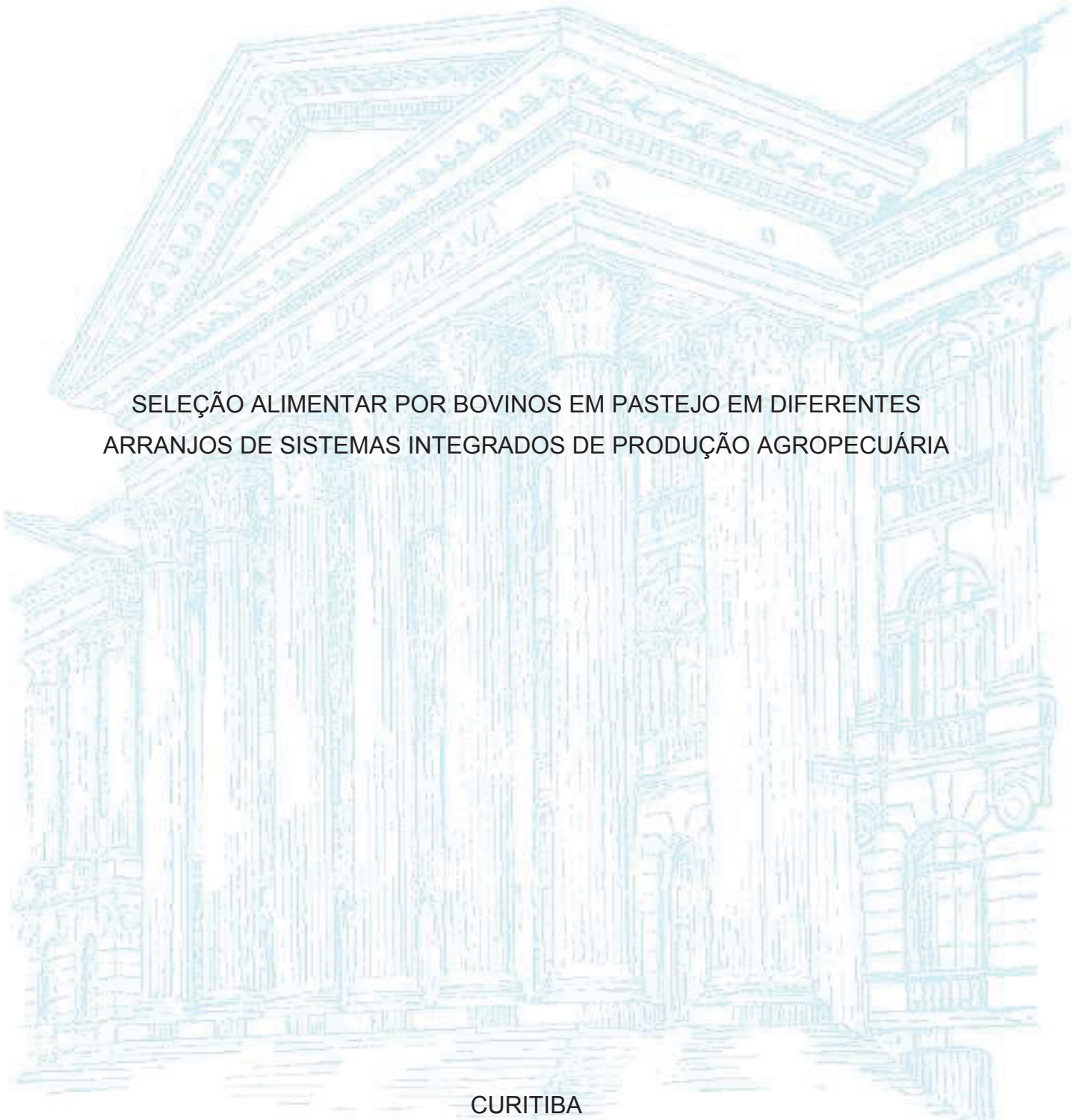
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANIELA MARIA MARTIN

SELEÇÃO ALIMENTAR POR BOVINOS EM PASTEJO EM DIFERENTES
ARRANJOS DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

CURITIBA

2018



DANIELA MARIA MARTIN

SELEÇÃO ALIMENTAR POR BOVINOS EM PASTEJO EM DIFERENTES
ARRANJOS DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

CURITIBA

2018

M379s Martin, Daniela Maria
Seleção alimentar por bovinos em pastejo em diferentes
arranjos de sistemas integrados de produção agropecuária /
Daniela Maria Martin. - Curitiba, 2018.
76 p.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia - (Produção Vegetal).
Orientador: Anibal de Moraes

1. Pastagens - manejo. 2. Forragem. 3. Bovino - Pastejo. 4.
Produção agropecuária. 5. Sistemas agrícolas. I. Moraes, Anibal
de. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDU 633.2.033



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **DANIELA MARIA MARTIN** intitulada: **SELEÇÃO ALIMENTAR POR BOVINOS EM PASTEJO EM DIFERENTES ARRANJOS DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 01 de Março de 2018.


ANIBAL DE MORAES
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


PAULO CESAR DE FACCIO CARVALHO
Avaliador Interno (UFPR)


JEAN CARLOS MEZZALANA
Avaliador Externo (SIA BRASIL)


LIDIANE FONSECA
Avaliador Externo (UEPG)

A meus pais, Jamur e Margarete,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus que me concedeu a vida e me proporciona diariamente oportunidades e vivências fazendo de mim uma pessoa feliz e realizada.

Agradeço aos meus pais Jamur e Margarete, pelo apoio irrestrito, pelas palavras, abraços, pelos exemplos, por tudo que fizeram por mim e principalmente, por acreditarem e terem me ajudado a tornar este momento possível.

Aos meus irmãos Camila e Tiago a quem devo meu amor e minha gratidão por terem tão docemente dividido tudo comigo e estarem cada vez mais e sempre ao meu lado.

Ao meu amado noivo Bruno pelo apoio, incentivo e valorização do meu trabalho. Por abraçar os meus sonhos e me confortar nos momentos difíceis.

Às minhas amigas, Karllas, Bruna, Camila, Georgia, Renata e Heloísa por sempre estarem por perto trazendo alegria, me incentivando e dividindo comigo os momentos bons e ruins.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Anibal de Moraes que durante a graduação me abriu os olhos para a ciência da forragicultura e trouxe esta paixão para a minha vida. Por todos os ensinamentos, exemplos e amizade.

A toda equipe do NITA, pela acolhida pelos bons momentos passados juntos e por toda a colaboração. Em especial, agradeço ao Breno, ao Thales, a Renata, e a Rubia pela ajuda nas avaliações e elaboração deste trabalho.

À minha colega Laura por todo o auxílio, prestatividade e incentivo.

Ao programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade, em especial à Lucimara Antunes da coordenação sempre disposta a ajudar, e à Maria Emília Kudla do Laboratório de Fitotecnia que não mede esforços para ajudar os alunos.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos viabilizando a realização deste trabalho.

RESUMO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) apresentam uma alternativa de produção sustentável na produção animal. O fator determinante para a natureza do impacto gerado ao ambiente pelos animais é o manejo do pasto. Desta forma, torna-se necessário o entendimento das inter-relações entre todos os componentes do sistema produtivo. No presente estudo, dar-se-á enfoque ao comportamento ingestivo e a seleção de espécies pelos animais. Para tanto, têm-se como objetivo avaliar a seleção alimentar e o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo em diferentes níveis de complexidade de um SIPA ao longo do ciclo fenológico da aveia-preta por meio da técnica de monitoramento contínuo de bocados. O experimento foi conduzido na área experimental do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), utilizando-se os tratamentos com o componente pecuário, já existentes na área: pecuária (PEC); lavoura-pecuária (LP); pecuária-floresta (PF) e lavoura-pecuária-floresta (LPF). Foram realizadas três avaliações (A1, A2 e A3) nos meses de julho e agosto de 2017, correspondente a três momentos do ciclo fenológico da aveia-preta. Foram selecionados doze animais da raça Angus e Red Angus como *testers*, um em cada tratamento durante a fase de familiarização mútua. Foi elaborada uma grade de codificação de bocados, a fim de distinguir as diferentes espécies pastejadas e as diferentes estruturas das principais forrageiras acessadas pelos animais. Os horários de avaliação foram estipulados com base nos maiores picos de pastejo a partir do etograma, sendo fixado 7h30 – 10h30 pela manhã e 15h00 – 18h00 pela tarde. As análises estatísticas foram realizadas em delineamento fatorial triplo considerando os tratamentos, épocas de avaliação e períodos de avaliação como efeito fixo. Não foi observada diferença no consumo entre os fatores analisados. Houve efeito do tratamento na oferta de forragem (kg de MS.100 kg de PV⁻¹), massa de bocados (g de MS), taxa de bocados (g min⁻¹), taxa de consumo (g de MS ingerida.min⁻¹), tempo de pastejo efetivo (min) e tempo de ócio (min). A oferta de forragem apresentou interação significativa (p<0,05) entre os tratamentos e as épocas de avaliação de forma que o LPF teve baixa oferta de forragem diferindo do PEC na A1 e dos demais tratamentos na A3. Seguindo a baixa oferta de forragem e a menor altura do LPF, foi observada a menor MB neste tratamento, não apresentando diferenças para o PF. Deste modo conclui-se que o aumento da complexidade do sistema influenciou o comportamento ingestivo dos animais em pastejo onde os animais aumentaram o tempo de pastejo e diminuíram o tempo de ócio no LPF, em relação aos demais tratamentos, como efeito compensatório

Palavras-chave: Pastagem. Oferta de forragem. Consumo. Monitoramento contínuo de bocados.

ABSTRACT

Integrated Crop-Livestock system (ICLS) presents a sustainable alternative of animal production, with positive effects on nutrient cycling and biodiversity. The determinant factor for the impact generated by the animals is the sward management. Thus it is necessary to understand the interrelationships between all the components of the productive system. On this study we focus on the ingestive behavior and the selection of forage species by the animals. The objective of this study is to evaluate the dietary selection and ingestive behavior of grazing cattle at different levels of complexity of a ICLS throughout the phenological cycle of black oat by means of the technique of continuous bite monitoring. The experiment was carried out in the experimental area of the Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), Pinhais, Paraná, with the use of treatments with the livestock component: livestock; crop-livestock; livestock-forest; and crop-livestock-forest (LPF). Three evaluations were carried out in July and August 2017, corresponding to three moments of the phenological cycle of black oats (A1, A2 and A3). Twelve Angus and Red Angus animals were selected as testers, one in each treatment during the mutual familiarization phase. The bit coding grid was elaborated in order to distinguish the different grazed species and the different sward structures of the main forages accessed by the animals. The evaluation times were stipulated from the etogram, being fixed from 7:30 a.m. - 10:30 p.m. in the morning and 3:00 p.m. - 6:00 p.m. in the afternoon. Statistical analyzes were performed in a triple factorial design considering treatments, evaluation dates and evaluation periods as fixed effect. There was no difference in intake among the factors analyzed. There was an effect of the treatment on the forage allowance, bite mass, bite rate, short term intake rate, effective grazing time and other activities. The forage allowance had a interaction ($p < 0.05$) between the treatments and the evaluation periods, so that crop-livestock-forest had a low forage allowance differing from livestock in A1 and other treatments in A3. Following the low crop-livestock-forest forage allowance, the lowest bite mass was found in this treatment, showing no differences for the livestock-forest. Thus, it was concluded that the increase of the system complexity influenced the ingestive behavior of the animals in grazing where the animals increased the of grazing time and decreased the other activities in the crop-livestock-forest, about to the other treatments, like compensatory effect

Key words: Pasture. Foragem Allowance. Intake. Continuous monitoring of bites.

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO I	10
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	10
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
1.2.1 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.....	12
1.2.2 Ambientes pastoris heterogêneos.....	15
1.2.3 Comportamento ingestivo de animais em pastejo.....	18
1.2.4 Estimativas de consumo a pasto - Monitoramento contínuo de bocados.....	21
1.2 REFERÊNCIAS GERAIS.....	25
2 CAPÍTULO II – SELEÇÃO ALIMENTAR POR BOVINOS EM PASTEJO EM DIFERENTES ARRANJOS DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	33
2.1 INTRODUÇÃO.....	35
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.2.1 Descrição da Área Experimental.....	36
2.2.2 Avaliações.....	38
2.2.2.1 Avaliação de Monitoramento contínuo de bocados.....	38
2.2.3 Análise Estatística.....	43
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
2.4 CONCLUSÃO.....	52
2.5 REFERÊNCIAS.....	54
3 CAPÍTULO III – CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
4 CAPÍTULO IV - REFERÊNCIAS	60
APÊNDICES	71

1 CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

Para atender a crescente demanda mundial por alimentos, os sistemas de produção agrícola se tecnificaram à custa da simplificação dos agroecossistemas e dos impactos negativos causados ao meio ambiente (TILMAN et al., 2002). Atualmente, a procura pela sustentabilidade produtiva renovou o interesse pelos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) graças ao seu reconhecimento como promotor da sustentabilidade e prestador de serviços ambientais (CARVALHO et al., 2010; FRANZLUEBBERS, et al., 2011; LEMAIRE, et al., 2014).

Os SIPA alcançaram esta notabilidade devido ao aumento da biodiversidade, sustentabilidade e resiliência do sistema produtivo por meio da diversificação das atividades, onde, em uma mesma área se rotaciona a produção agrícola, pecuária e florestal criando interações complexas (BUNGENSTAB, 2012; CARVALHO et al., 2014; GIL, et al., 2015). Os frutos destas interações são a melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, menor incidência de pragas e doenças, menores danos ambientais, maior produtividade da área e melhoria na renda dos produtores (FAO, 2007; CARVALHO, et al., 2011; DAVINIC et al., 2013; CARVALHO et. al., 2014; LEMAIRE et al., 2014; SALTON et al., 2014; THORNTON & HERRERO, 2015; GIL et al., 2016).

O aumento da biodiversidade e as várias interações dadas pelos SIPA aumentam a complexidade do ambiente pastoril e do processo de pastejo. A estrutura da pastagem, compreendida como a distribuição horizontal e vertical da forragem, traz influências diretas ao comportamento ingestivo dos animais (HOGDSON, 1990). A presença do componente arbóreo, por exemplo, traz alterações ao ambiente luminoso ocasionando mudanças morfológicas nas plantas, que por sua vez, alteram o comportamento ingestivo dos animais (LIN et al., 1999; FELDHAKKE, 2001; GARCEZ NETO et al., 2010; GINANE et al., 2015). Alterações na disponibilidade de matéria seca ofertada, relação entre lâminas foliares verdes, colmos+bainhas e material senescente afetam a proporção de forragem que pode ser apreendida pelo animal, influenciando seu

grau de seletividade e consumo (COMBELLAS & HODGSON, 1979; TREVISAN et al., 2004; PINTO et al., 2007). Desta forma a heterogeneidade do ambiente pastoril faz com que os animais ajustem a sua tomada de decisão na seleção do alimento para compor a sua dieta (GINANE et al., 2015).

Neste sentido, torna-se necessário compreender os fatores envolvidos nos padrões de consumo e seleção das pastagens em ambientes complexos (CARVALHO et al., 2009) para otimização do manejo das pastagens. Entretanto, identificar as relações planta-animal com o objetivo de caracterizar a seleção e o consumo das forragens em ambientes complexos é um desafio (BONNET et al., 2015). Várias metodologias foram desenvolvidas com o propósito de quantificar e qualificar o consumo e a seleção das pastagens pelos herbívoros em pastejo.

Métodos de observação direta têm sido desenvolvidos em diferentes escalas de tempo para a visualização e identificação da seleção e consumo de animais em ambientes com ampla diversidade de espécies vegetais (AGREIL & MEURET, 2004). O monitoramento contínuo de bocados é um método de observação direta que consiste na diferenciação de cada bocado realizado pelo animal fornecendo informações sobre a seleção das espécies e estruturas acessadas. Nesta metodologia, é possível extrair dados de todo o comportamento ingestivo dos animais a baixo custo, e de forma não invasiva (BONNET et al., 2015).

Desta forma, este estudo testou a hipótese de que o aumento na complexidade dos sistemas integrados de produção agropecuária favorece a diversidade botânica e morfológica do pasto alterando a seleção alimentar dos bovinos em pastejo. Parte-se do pressuposto que a seleção do animal por estruturas e espécies de sua preferência varia ao longo do ciclo de uma cultura forrageira anual, tornando a seleção variável de acordo com o que é ofertado.

Para tanto, têm-se como objetivo com este trabalho, avaliar a seleção alimentar de bovinos em pastejo em diferentes níveis de complexidade de um SIPA, em três momentos do ciclo da aveia-preta, por meio da técnica de monitoramento contínuo de bocados. Foram propostos como objetivos específicos: (1) Monitorar as diferentes espécies e estruturas acessadas pelos animais nos diferentes arranjos do SIPA ao longo do ciclo fenológico da aveia-preta; (2) Comparar a duração das atividades dos animais nos diferentes

arranjos do SIPA; (3) Monitorar a frequência de aparecimento das diferentes espécies forrageiras nos diferentes arranjos do SIPA; (4) Estimar a taxa de bocados, a taxa de consumo e o consumo total dos animais nos diferentes arranjos do SIPA.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

A expansão populacional ocorrida no final do século XX ocasionou o aumento da demanda mundial por alimentos. Em resposta, os sistemas agrícolas se tecnificaram, investiram em insumos e aumentaram significativamente a produção por unidade de área (ANGHINONI et al., 2013). Seguindo o aumento da produtividade, houve também um aumento da contaminação dos cursos hídricos por resíduos de defensivos agrícolas, aumento das concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, perda do solo por processos erosivos, e perda da biodiversidade (FRANZLUEBBERS, et al., 2011; LEMAIRE, et al., 2014). O desafio agora é produzir mais e melhor, aumentar a segurança alimentar e recuperar os danos causados ao meio ambiente optando por sistemas produtivos embasados sob pilares conservacionistas (LEMAIRE, et al., 2014).

Neste cenário os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) têm ganhado destaque dentre os meios produtivos no que tange a sustentabilidade produtiva, pois seus atributos são únicos e se impõe a nova lógica de “intensificação sustentável” (FAO, 2010; FREIDRICH, 2010; ANGHINONI et al., 2013). Integrar em uma mesma área a produção agrícola, pecuária e florestal potencializa o uso da área e aumenta a complexidade das interações entre os componentes do sistema, criando assim um ambiente mais diversificado, sustentável e resiliente (BUNGENSTAB, 2012; CARVALHO et al., 2014; GIL, et al., 2015).

Mundialmente os sistemas integrados representam 25 milhões de km² e o Brasil apresenta um novo conceito conservacionista na produção integrada (BELL & MOORE, 2012). Não há regras ou modelos específicos para a integração de um sistema produtivo, há uma extensa variedade de arranjos e

espécies que podem ser utilizadas. Moraes et. al. (2014) definiram os SIPA como:

“Sistemas que envolvem interações planejadas em diferentes escalas espaço-temporais abrangendo a exploração de cultivos agrícolas e produção animal na mesma área, de forma concomitante ou sequencial, entre áreas distintas ou em sucessão, buscando explorar sinergismos e propriedades emergentes, frutos de interações nos compartimentos solo-planta-animal-atmosfera”.

O reconhecimento do SIPA como sistema produtivo sustentável se deve a melhoria nos atributos físicos e químicos do solo e consequente aumento na produtividade de lavouras, pastagens e da produção animal (CARVALHO, et al., 2011; SALTON et al., 2014; CARVALHO et. al., 2014; LEMAIRE et al., 2014; GIL et al., 2016).

A sinergia entre os componentes do SIPA criada por meio da diversificação do sistema produtivo resulta na maior eficiência no uso de nutrientes pelas plantas, maior acúmulo de frações lábeis de matéria orgânica, maior diversidade e atividade biológica no solo, conservação da água e menor ocorrência de nematóides e plantas daninhas (DAVINIC et al., 2013; SALTON, et al., 2014). Franzluebbbers e Stuedemann (2014) sugerem que a integração de culturas anuais, sob manejo de plantio direto com animais em pastejo, aumenta a qualidade ambiental dos solos e a resistência das culturas à seca.

Ainda, os SIPA reduzem as emissões líquidas de gases de efeito estufa (GEE), as perdas de nutrientes pela lixiviação do solo e promovem a ciclagem de nutrientes (ANGHINONI et al., 2013; ALVIM et al., 2015; GIL et al., 2016).

Economicamente a proposta de diversificação das atividades dada pelo SIPA aumenta as fontes de renda e reduz os riscos econômicos se comparada às atividades de monocultivo (FAO, 2007; THORNTON & HERRERO, 2015; GIL, et al., 2016). No sul do Brasil, segundo Carvalho et al. (2011), a integração tem ocorrido com enfoque na diversificação e rotação de cultivos no período inter-lavouras de verão e tem trazido benefícios como a redução de custos, aumento de liquidez e renda.

A inclusão do componente pecuário é muito utilizada na integração de sistemas no subtropical brasileiro como opção de diversificação de renda, principalmente quando o sistema produtivo apresenta forrageiras de inverno como cobertura do solo (MORAES et al., 2014; MORAES et al., 2017). O pastejo das forrageiras de inverno, sob manejo de plantio direto, reduz a perda de solo por erosão, a perda de nutrientes por escoamento superficial e restaura os estoques de matéria orgânica no solo (GARCÍA-PRÉCHAC et al., 2004; DA SILVA, et al., 2014). Para a cultura subsequente, a fase pastagem pode ser benéfica mediante a influência direta e indireta dos animais na ciclagem de nutrientes. Da Silva et al. (2014) explana que os efeitos indiretos da presença do animal estão relacionados ao pastejo, onde a ingestão das pastagens estimula o crescimento das plantas, crescimento das raízes e a maior absorção de nutrientes do solo, enquanto que o efeito direto se dá pela deposição de nutrientes pelas fezes e urina dos animais.

A diversificação imposta pela integração entre culturas anuais e o gado em pastejo apresenta um papel fundamental na redução dos fluxos ambientais para a atmosfera e hidrosfera por meio da conexão dos ciclos de C e N dentro da vegetação, matéria orgânica e biomassa microbiana do solo (LEMAIRE et al., 2014). Carvalho et al. (2009) explicam a alteração no papel do ruminante doméstico em pastejo como “provedor de serviços ambientais e mantenedor da diversidade”, deixando de ter como objetivo único a colheita de alimentos, passando a ter responsabilidades (1) no fluxo de nutrientes, (2) na atividade e diversidade da microbiota do solo, (3) com a mesofauna, (4) com a estrutura e diversidade da vegetação, entre outras.

Apesar dos inúmeros benefícios ambientais, financeiros e sociais que os SIPA conferem ao sistema produtivo, existem ainda resistências à sua adoção por parte dos produtores devido a paradigmas associados à diminuição da palhada residual pelo pastejo e principalmente a compactação do solo (CARVALHO et al., 2007b). A quebra destes paradigmas se dá pela constatação de que não são os animais que compactam o solo ou reduzem a palhada, mas sim as definições de intensidades de pastejo a serem empregadas (KUNRATH et al., 2015). Conforme Carvalho et al. (2011) altas intensidades de pastejo, ou seja, elevada carga animal, resultaram na compactação da camada superficial do solo que com o passar do tempo voltou

a condição inicial de resistência a penetração, fato que pode ser explicado pela presença do sistema radicular e a ação dos microorganismos no solo. Por outro lado, o pastejo em intensidade moderada leva a compactação intermediária sem causar efeitos nas propriedades físicas do solo subterrâneo ou superficial (CECAGNO et al., 2016).

Destarte, o manejo empregado em relação às alturas de entrada e saída dos animais e a taxa de lotação é determinante para a qualidade dos efeitos do pastejo no ambiente. Kunrath et al. (2015) esclarecem que baixos níveis de adubação nitrogenada nas pastagens e altas intensidades de pastejo resultam na compactação do solo e menor palhada residual, corroborando com a descrença de alguns produtores sobre os efeitos positivos do SIPA.

Em resumo, o desenvolvimento do SIPA apresenta-se como uma forma de aumentar a produção de alimentos por meio da intensificação sustentável. No entanto, são necessárias muitas pesquisas para o entendimento e concepção das interações espaciais e temporais entre os componentes deste sistema. Para Lemaire et al. (2003) é necessário uma visão holística para estes sistemas cujo o papel deixa de ser simplista, visando apenas a produtividade, e se integra a expectativa de serviços ecossistêmicos a partir de um “habitat multifuncional”.

1.2.2 Ambientes pastoris heterogêneos

No processo de pastejo os animais têm o desafio de obter alimento em ambientes complexos e se alimentarem de um recurso dinâmico no tempo e no espaço (CARVALHO & MORAES, 2005). Ao longo do tempo e por meio de sua fenologia, as plantas alteram sua estrutura e composição em resposta ao meio ambiente (CARVALHO et al., 1997; CARVALHO & MORAES, 2005). Um exemplo de alteração na estrutura da forrageira pode ser visto em um sistema de produção integrado, onde há o pastejo nas entrelinhas das árvores. A alteração no ambiente luminoso, ocasionada pela presença das árvores, leva a redução da radiação solar incidente e da relação do espectro de luz gerando alterações nas variáveis morfogênicas das forrageiras (LIN et al., 1999; FELDHAKE, 2001; GARCEZ NETO et al., 2010).

A estrutura do dossel da planta é definida pelo conjunto de características genéticas da espécie, denominadas características morfogênicas, que são condicionadas por fatores do ambiente como luz, temperatura, umidade, entre outros (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). Chapman e Lemaire (1993) definem a morfogênese das plantas a partir da dinâmica da geração (“genesis”) e da expansão da forma da planta (“morphus”) a qual pode ser descrita pela taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento foliar e duração de vida da folha. A combinação dessas características morfogênicas determina a estrutura vertical da pastagem, ou seja, a distribuição dos componentes morfológicos no dossel da planta.

Segundo Lemaire e Chapman (1996) as variáveis morfogênicas irão determinar a apresentação espacial matéria seca ofertada ao animal, pelo comprimento final da folha, número de folhas vivas por perfilho e densidade de perfilhos. Em geral as mudanças morfológicas têm sido relacionadas às alterações na digestibilidade da matéria seca e concentração de nutrientes (LIN et al., 2001; GARCEZ NETO et al., 2010).

As alterações na estrutura da pastagem e na diversidade de espécies presentes na área tornam o ambiente pastoril dinâmico fazendo com que os animais tomem decisões na seleção do alimento de forma a compor a sua dieta (GINANE et al., 2015). Os animais possuem preferência por determinadas estruturas das plantas (CARVALHO et al., 2001) escolhendo plantas altas com menos colmo e mais folhas, selecionando as folhas de fácil ruptura com maiores teores de nitrogênio (O'REAGAN & MENTIS, 1989; CARVALHO et al., 2001). O próprio ato de pastejo também é capaz de alterar a estrutura do pasto, em métodos de pastoreio contínuo, a quantidade de perfilhos é maior, porém em menor tamanho. Já em pastoreio rotacionado os perfilhos são maiores em tamanho e menores em quantidade (HODGSON, 1990; CARVALHO et al., 2001; SBRISSIA, 2004).

Outro fator que influencia o processo de pastejo é a estrutura horizontal da pastagem, tanto na distribuição espacial das diferentes estruturas, quanto na riqueza de espécies presentes no ambiente pastoril. Para Feng et al (2015) a diversidade de espécies vegetais pode trazer importantes consequências na regulação da ingestão dos herbívoros domésticos. Estes autores afirmam ainda que quanto maior a biodiversidade presente na área maior a oportunidade de

escolha pelos animais por espécies de sua preferência e maior a otimização na ingestão de nutrientes.

Wang et al (2010) em estudo sobre a relação entre a diversidade de espécies e o forrageamento por ovinos concluíram que existe relação assintótica entre a riqueza de espécies forrageiras com a ingestão voluntária de ovelhas em pastejo. Outros trabalhos foram realizados testando o efeito da diversidade da dieta sobre a ingestão dos animais onde foram comparados os extremos: dietas com espécies únicas e dietas com espécies consorciadas. Em todos os trabalhos a diversidade mostrou-se benéfica na qualidade da dieta ingerida (BURRITT & PROVENZA, 2000; CORTÉS et al., 2006; GINANE et al., 2002; MARSH et al., 2006).

Milne et al. (1982) abriram as portas para a discussão sobre a preferência ativa e passiva de espécies a partir do seu trabalho sobre a seleção de trevo em detrimento ao azevém. Os autores descreveram a preferência dos animais pelo trevo a partir da relação da biomassa presente na dieta com a biomassa presente na pastagem, porém Hodgson (1990) explana que quando esta mesma relação é expressa pela biomassa presente no estrato pastejado, a preferência deixaria de existir, caracterizando como preferência passiva.

Em ambientes pastoris a diversidade de espécies pode ser alterada por diversos fatores intencionais ou não. A presença de árvores no ambiente pastoril, por exemplo, altera o ambiente luminoso tornando este favorável para determinadas espécies, em detrimento a outras. A diversidade vegetal pode, também, ser implantada por meio de consórcios entre espécies de interesse forrageiro. Em uma perspectiva de manejo, o pastejo apresenta forte relação entre a biodiversidade e a heterogeneidade espacial da vegetação (PÁSCOA & COSTA, 2007) uma vez que áreas sub-pastejadas e superpastejadas fornecem diferentes condições para o crescimento de diferentes espécies e diferentes estruturas do pasto (CARVALHO et al., 2001).

Na medida em que ocorrem as alterações nas estruturas verticais e horizontais do pasto os animais modificam o seu comportamento ingestivo no intuito de minimizar os efeitos das condições alimentares apresentadas e suprir as suas necessidades nutricionais (SANTANA JR et al., 2009). Neste contexto, torna-se necessário o entendimento do comportamento de herbívoros em pastejo e suas motivações de selecionar e consumir alimentos em diferentes

ambientes pastoris, para então aprimorar o manejo das pastagens. Carvalho et al. (2009) destacam a importância do conhecimento do processo de pastejo, em todas as suas escalas, como ferramenta para o ajuste de sistemas produtivos e ambientes pouco explorados na produção animal, como pastagens naturais e heterogêneas.

1.2.3 Comportamento ingestivo de animais em pastejo

O entendimento das relações planta-animal cresceu de forma relevante no final do século passado, com enfoque para o entendimento das relações de causa-efeito que determinam o consumo diário dos herbívoros domésticos (CARVALHO & MORAES, 2005; CARVALHO et al., 2013a).

Antes do pastejo propriamente dito, os animais se deparam com uma ampla diversidade de espécies e estruturas e escolhem, dentre as opções ofertadas, qual alimento ingerir. A tomada de decisão de busca por alimento pode estar relacionada ao desejo real de se obter energia, ou um desejo específico, como a busca por determinado nutriente (GINANE et al., 2015).

A fase pré-ingestiva caracterizada pela motivação do animal em ingerir determinado alimento, baseia-se nos estímulos sensoriais de visão, olfato e paladar (RALPHS et al., 1995; PAIN et al., 2005; GINANE et al., 2011; GINANE et al., 2015). Os estímulos pré-ingestivos reforçam a ação para reduzir ou aumentar a probabilidade deste alimento ser consumido, com base em experiências anteriores que permitem que os animais relacionem o sinal sensorial com os resultados metabólicos de consumir aquele alimento (PROVENZA, 1995).

O processo de pastejo é estudado usualmente dentro do conceito de “hierarquia ecológica” apresentado por escalas espaciais e temporais (SENFTE et al., 1987; CARVALHO, 2013b). Em cada nível desta escala observam-se diferenças nos padrões de alimentação, bem como nos objetivos dos animais durante o pastejo, trazendo parâmetros para a distinção de cada nível (LACA & ORTEGA, 1995; BAILEY et al., 1996; CARVALHO & MORAES, 2005).

Esta escala hierárquica segue a cronologia do processo de pastejo, na qual a menor escala está associada à menor tomada de decisão do animal dentro do forrageamento, e o conjunto destas decisões define o próximo nível

da escala. As escalas foram definidas por Laca e Ortega (1995) e Bailey et al. (1996) onde as decisões de pastejo foram apresentadas de forma hierárquica a partir de escalas espaço-temporais. São elas: (1) bocado, (2) estação alimentar, (3) *patch*, (4) sítio de pastejo, (5) campo de pastejo e (6) região de pastejo.

Observa-se então, o bocado como a menor escala do pastejo. O bocado se traduz na ação ou ato de colher o alimento, na apreensão da forragem (GIBB, 1996; CARVALHO & MORAES, 2005). Laca e Ortega (1995) definiram o bocado como o “átomo do pastejo” sendo este responsável pela ingestão diária de matéria seca pelos animais, posto que o animal ao longo do dia reúne milhares de bocados para compor o consumo.

Seguindo a hierarquia, têm-se a estação alimentar, definida como um “semicírculo hipotético” diante do animal onde os bocados são realizados sem que haja a movimentação dos membros anteriores (RUYLE & DWYER, 1985; CARVALHO & MORAES, 2005). Segundo Carvalho e Moraes (2005) a duração de uma estação alimentar é proporcional à abundância, qualidade e diversidade da forragem ofertada.

Em um nível superior da escala temporal apresenta-se o *patch* caracterizado pela junção das estações alimentares de forma que a taxa de consumo instantânea se mantenha constante. Os *patches* são separados uns dos outros por uma quebra na sequência do pastejo (BAILEY et al., 1996; ILLIUS, & GORDON, 1999; CARVALHO & MORAES, 2005).

Nesta mesma lógica, um sítio de pastejo é um agregado de *patches* em áreas próximas. O sítio de pastejo é extremado pela parada no pastejo para a realização de outras atividades como descanso ou ruminação. Pode ser definido também como o tempo de uma refeição. A utilização do sítio de pastejo pode durar de 1 a 4 horas, variando de acordo com a topografia da área, qualidade e abundância da forragem, distância dos acessos a água, predação, entre outros (CARVALHO & MORAES, 2005).

O campo de pastejo e a região de pastejo são escalas de maior amplitude espacial e temporal. O campo de pastejo se refere às áreas centrais contíguas onde os animais buscam água, sombra e descanso entre as refeições, e é composta por um agregado de sítios de pastejo. Enquanto que a região de pastejo é definida pelo conjunto de campos de pastejo delimitada por

cercas ou outras barreiras (CARVALHO & MORAES, 2005). Conforme Bailey et al. (1996) em muitos casos a região de pastejo é composta por um único campo de pastejo.

Em ambientes pastoris heterogêneos e diversos a seleção do alimento pelos herbívoros é mais complexa (AGREIL & MEURET, 2003) e mais dependente da memória do animal e suas experiências anteriores. Alguns fatores relacionados à seleção e busca por alimentos estão relacionados aos fatores bióticos e abióticos presentes na região de pastejo. Estes fatores geram experiências positivas ou negativas aos animais que as memorizam para determinar a frequência de ingestão daquelas espécies e a visitação de cada sítio de pastejo (LAUNCHBAUGH & HOWERY, 2005; CARVALHO & MORAES, 2005). Dentre os fatores abióticos estão a disponibilidade de água, a topografia e os locais de abrigo e sombra (CARVALHO & MORAES, 2005). Bailey et al (2005) explicam que os animais preferem áreas com declives suaves e preservam-se de grandes deslocamentos verticais e horizontais para o acesso a água. A oferta e a qualidade da forragem são os principais fatores bióticos que influenciam na distribuição espacial dos animais em pastejo (CARVALHO & MORAES, 2005).

Diante da complexidade do ambiente pastoril e do processo de pastejo, os animais desenvolveram diferentes mecanismos e ferramentas de pastejo para interagir com o ambiente, definidas como comportamento ingestivo (CARVALHO et al., 1999). O comportamento ingestivo é composto por diversos componentes, ou ações de pastejo, que determinam o consumo diário dos animais. Os três componentes de curto prazo que se destacam são: massa de bocado, taxa de bocado e taxa de consumo.

A massa de bocados é influenciada pela área do bocado, profundidade do bocado e densidade de matéria seca existente. A profundidade do bocado é fortemente atrelada à altura do pasto, apresentando uma proporcionalidade direta. A área do bocado é intrínseca a capacidade de abertura da mandíbula do animal e pode ser relacionada com a densidade da pastagem, onde menores alturas das plantas e maiores densidades do pasto diminuem a capacidade dos animais em ampliarem a apreensão do alimento com a língua (LACA et al., 1992). A taxa de bocados é medida por meio do número de bocados pelo tempo de pastejo, dessa forma, é negativamente relacionada

com a massa de bocados, enquanto que a taxa de consumo, em curto prazo, aumenta progressivamente com a massa de bocados (CARVALHO et al., 2001; MEZZALIRA et al., 2014). Muitas vezes a quantidade de alimento ingerido é determinada pela massa de bocados, principalmente quando o animal não consegue compensar a baixa massa com aumento da frequência de bocados (PENNING, et al., 1994).

Ressalta-se a importância da compreensão dos fatores envolvidos na ingestão e seleção das pastagens para a melhoria do seu manejo e consequente melhoria da saúde, bem-estar e produtividade dos animais.

1.2.4 Estimativas de consumo a pasto - Monitoramento contínuo de bocados

O principal fator determinante no desempenho dos animais em pastejo é o consumo (CARVALHO et al., 2007 a). Como foi visto no tópico acima, diversos fatores influenciam o consumo dos animais tornando desafiadora a definição de uma metodologia para esta avaliação. Em vista disso várias técnicas foram criadas para o estudo do consumo de alimentos por animais em pastejo, estas técnicas podem ser divididas em medidas diretas e indiretas.

Como medida direta tem-se principalmente a dupla pesagem, uma metodologia de Penning e Hooper (1985) que consiste na comparação do peso do animal antes e após o pastejo. Esta metodologia estima o consumo em curtos períodos de tempo sem diferenciação das espécies ingeridas, além de necessitar que as fezes e urina do animal sejam coletadas durante o período de avaliação, para que as excreções não interfiram na diferença do peso (BARROS et al., 2010).

Entre as medidas indiretas, destaca-se o método dos marcadores fecais. Esta metodologia consiste na determinação do consumo a partir da produção de fezes pelos animais sem que haja necessidade de coletar a quantidade total de fezes produzidas. Isso se deve ao uso de marcadores fecais (óxido de cromo, dióxido de titânio) que estimam a produção de fezes por meio da concentração do marcador (LONGO, 2015). Esta metodologia permite o cálculo do consumo individual diário dos animais, porém sem distinção entre as espécies consumidas e os marcadores fecais apresentam alto custo de aquisição (FERREIRA et al., 2009).

Contudo, as metodologias acima descritas estão limitadas a períodos curtos de pastejo e/ou não são capazes de identificar com precisão as espécies de plantas consumidas tão pouco a seleção das estruturas do pasto (AGREIL & MEURET, 2004; BONNET, et al., 2015). Logo, métodos de observação direta, como o monitoramento contínuo de bocados, mostram-se como alternativas mais adequadas quando o objetivo é a obtenção de dados sobre a seleção do animal em ambientes pastoris diversos a nível de bocado e em diferentes escalas de tempo (AGREIL & MEURET, 2004).

A técnica de monitoramento contínuo de bocados foi desenvolvida por Agreil e Meuret (2004) a partir de estudos de observação direta de ovinos em pastejo ao longo de 30 anos. Com ela se obtêm estimativas contínuas de massa de bocados (MB), taxa de ingestão instantânea, taxa de bocados, seleção de componentes estruturais e espécies presentes no dossel forrageiro e outras características da dinâmica do pastejo em ambientes simples, complexos e variáveis. Esta técnica se baseia no monitoramento dos bocados e comportamentos realizados pelo animal pela observação direta, utilizando uma grade de códigos, previamente criada, comum as diferentes espécies e estruturas presentes na pastagem (AGREIL & MEURET, 2004; BONNET et al., 2015).

Segundo Bonnet et al. (2015) no desenvolvimento da técnica do monitoramento contínuo de bocados houve uma preocupação para que a metodologia de avaliação não interferisse no comportamento de pastejo dos animais, e não houvesse separação do grupo de animais, pois estas práticas poderiam acarretar em alterações no comportamento ingestivo e nas estratégias de forrageamento. Estes autores evidenciam ainda a flexibilidade deste método, que pode ser moldado de acordo com a questão científica a ser respondida. Podem ser realizados ajustes no período de avaliação (minutos a horas), e ajustes na grade de codificação dos bocados, de forma que os códigos de bocado e de comportamento reflitam o objetivo pretendido.

O protocolo experimental detalhado por Bonnet et al. (2015) indica os passos a serem seguidos para que o monitoramento contínuo de bocados seja efetivo, são eles: (1) familiarização mútua, (2) desenho da grade de codificação, (3) treinamento dos observadores e (4) aquisição de dados.

A familiarização mútua tem como principal objetivo habituar os animais e os observadores uns aos outros. A duração da familiarização varia de acordo com a espécie animal a ser estudada, o ambiente na qual está inserida e a natureza do contato destes animais com os seres humanos, podendo durar de 3 a 30 dias. Durante a familiarização mútua o observador deve identificar os animais que mais facilmente permitem a aproximação e familiarizá-los com a sua presença contínua por meio de aproximações. Com o passar dos dias o observador deve diminuir gradativamente a sua distância do animal. Uma familiarização eficaz se dá quando a movimentação do observador, a uma distância mínima de 0,5 a 2,0m não altera o comportamento individual do animal e do grupo (BONNET et al., 2015; MEURET & PROVENZA, 2015).

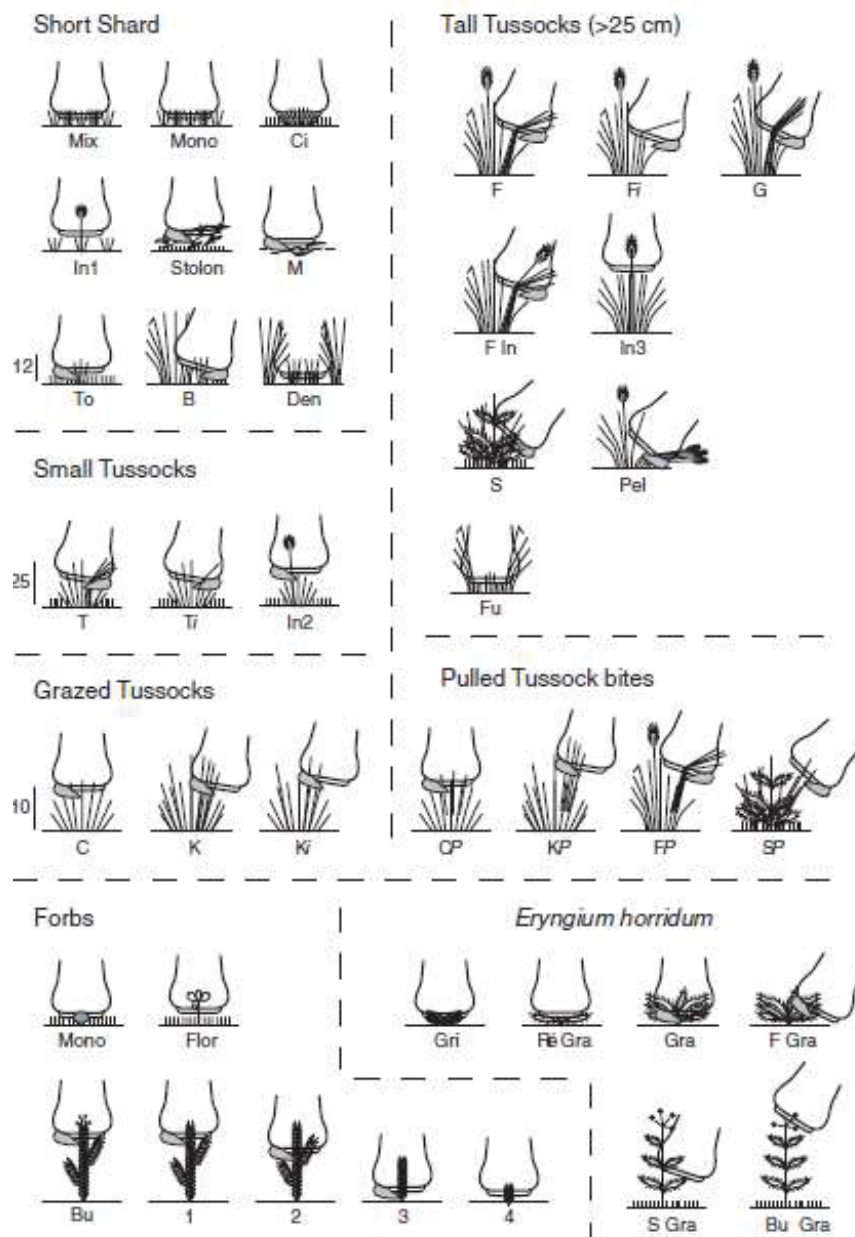
O desenho da grade de codificação (GRID) deve permitir ao observador a descrição pormenorizada de todos os bocados realizados pelo animal. Para a elaboração da grade deve haver o cuidado para que esta contenha códigos suficientes para a descrição do comportamento ingestivo do animal, porém não tão detalhado para que não haja hesitação do observador ao atribuir o código ao bocado realizado pelo animal (BONNET et al., 2015). Na Figura 1 observa-se um exemplo de grade de codificação extraído do trabalho de Bonnet et al. (2015) onde é possível visualizar o agrupamento dos bocados a partir de características comuns.

O treinamento dos observadores é parte fundamental do método, pois permite que o observador seja capaz de identificar as espécies forrageiras e os códigos de bocados reflexivamente. Primeiramente o observador deve observar por várias horas o animal até conseguir distinguir cada bocado realizado e associar ao código correspondente. Em seguida deve-se praticar a narrativa dos códigos em tempo real. O fim do treinamento se dá quando o observador é capaz de codificar cada bocado de forma simultânea sem hesitação (BONNET et al., 2015).

A aquisição dos dados deve ser feita enquanto o animal estiver comendo permitindo que o observador codifique cada bocado de forma simultânea, se for de interesse da pesquisa pode-se atribuir códigos a outros comportamentos, como ruminação, descanso, ingestão de água, entre outros. A utilização de gravadores portáteis facilita a avaliação, pois permite que o avaliador se concentre apenas no animal. A transcrição dos dados é realizada

por meio de softwares específicos (JWatcher®). Para estimar a MB e seu valor nutricional realiza-se a simulação do pastejo, de forma a mimetizar os bocados do animal, selecionando as mesmas espécies e estruturas por ele acessadas (BONNET et al., 2015).

FIGURA 1 - GRADE DE CODIFICAÇÃO DE BOCADOS REALIZADOS POR NOVILHAS NO PAMPA BRASILEIRO. ABAIXO DE CADA ILUSTRAÇÃO ESTÃO OS CÓDIGOS CORRESPONDENTES AO BOCADO E AO LADO ESQUERDO OS NÚMEROS REPRESENTAM AS ALTURAS DA PASTAGEM.



FONTE: BONNET et al., (2015).

1.2 REFERÊNCIAS GERAIS

- AGREIL, C.; MEURET, M. An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. **Small Ruminant Research**, v. 54, p. 99-113, 2004.
- ALVIM, F. B.; SOARES-FILHO, B.; MERRY, F. D.; AZEVEDO, H. S. O.; COSTA, W. L. S.; COE, M. T.; BATISTA, E. L. S.; MACIEL, T. G.; SHEEPERS, L. C.; OLIVEIRA, A. R.; RODRIGUES, H. O. **Cenários Para a Pecuária De Corte Amazônica**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2015.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, p. 221-278, 2013.
- BAILEY, D. W.; GROSS, J. E.; LACA, E. A.; RITTENHOUSE, L.R.; COUGHENOUR, M. B.; SWIFT, D. M.; SIMS, P. L. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management**, v. 49, p. 386-400, 1996.
- BAILEY, D. W. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Rangeland Ecology and Management**, v. 58, p.109-118, 2005.
- BARROS, C. S. De.; DITTRICH, J. R.; MONTEIRO, A. L. G.; PINTO, S.; WARPECHOWSKI, M. B. Técnicas para estudos de consumo de alimentos por ruminantes em pastejo: revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, p. 5-24, 2010.
- BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 15-28, 2000.
- BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v. 111, p. 1-12, 2012.
- BERGEZ, J. E.; DALZIEL, A. J. I.; DULLER, C. Light modification in a developing silvopastoral system in the UK: a quantitative analysis. **Agroforestry Systems**, v.37, p. 227-240, 1997.
- BONNET, O. J. F.; CEZIMBRA, I. M.; TISCHLER, M. R.; AZAMBUJA, J. C. R.; MEURET, M.; CARVALHO, P. C.F. Livestock selective behaviour in natural grasslands challenges the concept of plant preference in the elaboration of a successful diet. In: MICHALK, D. L.; MILLAR, G. D.; BADGER, W. B.; 66 BROADFOOT, K. M. Revitalising Grasslands to Sustain our Communities. **Proceedings...** International Grassland Congress, 22, Sydney, AU. 2013.

BONNET, O. J. F.; MEURET, M.; TISCHLER, M. R.; CEZIMBRA, I. M.; AZAMBUJA, J. C. R.; CARVALHO, P. C. F. Continuous bite monitoring: a method to assess the foraging dynamics of herbivores in natural grazing conditions. **Animal Production Science**, v. 55, p. 339-349, 2015.

BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – A Produção Sustentável**. Brasília: Embrapa, 2012.

BURRITT, E. A.; PROVENZA, F. D. Role of toxins in intake of varied diets by sheep. **Journal of Chemical Ecology**, v. 26, p. 1991-2005, 2000.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G. S.; FRAZAO, L. A.; CERRI, E. C.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C. Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gases emissions in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 183, p. 167-175, 2014.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JR., B. A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 213-218, 1997.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; TERRA LOPES, M. L.; SILVA, J. L. S.; CONTE, O.; LIMA WESP, C.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 88, p. 259-273, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; SILVA, F. D.; BARTH NETO, A.; SAVIAN, J. V.; PFEIFER, F. M.; TISCHLER, M. R.; ANGHINONI, I. Experiências de Integração Lavoura-pecuária no Rio Grande do Sul. In: Encontro de Integração Lavoura-pecuária no Sul do Brasil, 3, 2011, Pato Branco. **Anais... Synergismus scientifica UTFPR**. 2011, v.06

CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? **Tropical Grasslands**, v. 1, p. 137-155, 2013a.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de Ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: CECATO, U.; JOBIM, C. C. **Manejo Sustentável em Pastagem**. Maringá-PR: UEM, 2005, v. 1, p. 1-20.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. **Anais... MATTOS, Wilson Roberto Soares. (Org.)** 2001, v. 1, p. 853-871

CARVALHO, P. C. F.; KOZLOSKI, G. V.; RIBEIRO FILHO, H. M. N. R.; REFFATTI, M. V.; GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. Avanços

metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007a.

CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R. S.; MACARI, S.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; SULC, R. M. (Org.). **International Symposium on Integrated Livestock Systems**. Curitiba: UFPR, 2007b.

CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L. Comportamento ingestivo de animais em pastejo. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Viçosa: UFV, 2013b, p. 524-541.

CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; MEZZALIRA, J. C.; POLI, C. H. E. C.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; GONDA, H. L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, p.109-122, 2009.

CECAGNO D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; REICHERT, J. M.; GUBIANI, P. I.; BALERINI, F.; FINK, J. R.; CARVALHO, P. C. F. Least limiting water range and soybean yield in a long-term, no-till, integrated crop-livestock system under different grazing intensities. **Soil and Tillage Research**, v. 156, p. 54-62, 2016.

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

COMBELLAS, J.; HODGSON, J. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows 1. The effects of variation in herbage mass and daily herbage allowance on short term trial. **Grass and Forrage Science**, v. 34, p. 209-214, 1979.

CORTÉS, C.; DAMASCENO, J. C.; JAMOT, J.; PRACHE, S. Ewes increase their intake when offered a choice of herbage species at pasture. **Animal Science**, v. 82, p. 183-191, 2006.

DA SILVA, F. D.; AMADO, T. J. C.; BREDEMEIER, C.; BREMM, C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. Pasture grazing intensity and presence or absence of cattle dung input and its relationships to soybean nutrition and yield in integrated crop–livestock systems under no-till. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 84-91, 2014.

DAVINIC, M.; MOORE-KUCERA, J.; ACOSTA-MARTÍNEZ, V.; ZACK, J.; ALLEN, V. Soil fungal distribution and functionality as affected by grazing and vegetation components of integrated crop–livestock agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, v. 66, p. 61-70, 2013.

FAÍSCA, L. D. **Impacto dos sistemas de terminação de cordeiros a pasto sobre o comportamento ingestivo e a seleção alimentar**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

FELDHAKÉ, C. M. Microclimate of a natural pasture under planted *Robinia pseudoacacia* in central Appalachia, West Virginia. **Agroforestry Systems**, v. 53, p. 297-303, 2001

FENG, C.; DING, S.; ZHANG, T.; LI, Z.; WANG, D.; WANG, L.; LIU, C.; SUN, J.; PENG, F. High plant diversity stimulates foraging motivation in grazing herbivores. **Basic and Applied Ecology**, v. 17, p. 43-51, 2015.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; PAULINO, M. P.; VALADARES, R. F. D.; Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1568-1573, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). An International Consultation on Integrated Crop-Livestock Systems: The Way Forward for Sustainable Production Intensification. Integrated Crop Management, v. 13, 2010

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Tropical Crop-livestock Systems in Conservation Agriculture: The Brazilian Experience**. Roma: FAO, 2007.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Crop and cattle production responses to tillage and cover crop management in an integrated crop–livestock system in the southeastern USA. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 62-70, 2014.

FRANZLUEBBERS, A. J.; SULC, R. M.; RUSSELLE, M. P. Opportunities and challenge for integrating North-American crop and livestock systems. In: LEMAIRE, G., HODGSON, J., CHABBI, A. **Grassland Productivity and Ecosystem Services**, CAB Int., Wallingford, UK, p. 208-218, 2011.

FREIDRICH, T. Sustainable crop production intensification and the global development of conservation agriculture: The FAO's view. In: CROP WORLD CONGRESS & EXHIBITION, Londres, 2010. **Proceedings...** Londres, FAO, 2010.

GARCEZ NETO, A. F.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, 2010.

GARCÍA-PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; SIRI-PRIETO, G.; TERRA, J.A. Integrating no-till intercrop–pasture rotations in Uruguay. **Soil and Tillage Research**, v. 77, p. 1-13, 2004.

GIBB, M. Animal grazing/intake terminology and definitions. In: Pasture ecology and animal intake, 3, 1996, Dublin. **Proceedings...** Dublin: p. 21-37, 1996.

GIL, J. D. B.; GARRETT, R.; BERGER, T. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels. **Land Use Policy**, v. 59, p. 557-568, 2016.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 199, p. 394-406, 2015.

GINANE, C.; BAUMONT, R.; LASSALAS, J.; PETIT, M. Feeding behaviour and intake of heifers fed on hays of various quality, offered alone or in a choice situation. **Animal Research**, v. 51, p. 177-188, 2002.

GINANE, C.; BAUMONT, R.; FAVREAU-PEIGNÉ, A. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. **Physiology & Behavior**, v. 104, p. 666-674, 2011.

GINANE, C.; BONNET, M.; BAUMONT, R.; REVELL, D. K. Feeding behaviour in ruminants: a consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. **Animal Production Science**, v. 55, p. 247-260, 2015.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 1990.

KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; NUNES, P. A. A.; SCHUSTER, M. Z.; COSTA, S. E. V. G. A.; BAGGIO, C.; SILVA, F. D.; LOPES, M. L. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; SOUZA FILHO, W.; WESP, C. L.; ROCHA, L. M.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; Fase Pastagem. In: MARTINS, A. P.; KUNRATH, T. R.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica RJR, 2015. p.102.

LACA, E. A.; ORTEGA, I. M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: International Rangeland Congress , 5, 1995, Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City, p. 129-132, 1995.

LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; SELIGMAN, N. G.; DEMMENT, M. W. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. **Grass and Forage Science**, v. 47, p. 91-102, 1992.

LAUNCHBAUGH, K. L., HOWERY, L. D. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. **Rangeland Ecology and Management**, v. 58, p. 99-108, 2005.

LEMAIRE, G.; BENOIT, M.; VERTÈS, F. Recherches de nouvelles organisations à l'échelle d'un territoire pour concilier autonomie protéique et préservation de l'environnement. **Fourrages**, v. 175, p. 303-318, 2003.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Ed.). **The Ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality.. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 4-8, 2014.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v. 53, p. 269-281, 2001.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v. 44, p. 109-119, 1999.

LONGO, T. R. Avaliação de marcadores externos e internos para estimar a excreção fecal e consumo em ovinos alimentados com pastagem natural ou feno de Tifton 85. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MARSH, K. J.; WALLIS, I. R.; MCLEAN, S.; SORENSEN, J. S.; FOLEY, W. J. Conflicting demands on detoxification pathways influence how common brushtail possums choose their diets. **Ecology**, v. 87, p. 2103-2112, 2006.

MELONI, S. A simplified description of the three-dimensional structure of agroforestry trees for use with a radiative transfer model. **Agroforestry Systems**, v. 43, p. 121-134, 1999.

MEURET, M.; PROVENZA, F. How French shepherds create meal sequences to stimulate intake and optimise use of forage diversity on rangeland. **Animal Production Science**. v. 55, p. 309-318, 2015.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R. Integrated Crop-Livestock Systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v. 57 p. 4-9, 2014.

MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; CANGIANO, C.; GONDA, H. L.; LACA, E. A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behavior Science**, v. 153, p. 1-9, 2014.

MILNE, J. A., HODGSON, J., THOMPSON, R., SOUTER, W. G., BARTHAM, G. T. The diet ingested by sheep grazing swards differing in white clover and perennial ryegrass content. **Grass and Forage Science**, v. 37, p. 209-218, 1982.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B.C.; BALBINOT JUNIOR, A.; LANG, C. R.; ASSMANN, T. S.;

ASSMANN, A.; PIVA, J. T.; SCHUSTER, M. Z.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P. Avanços técnico-científicos em SIPA no subtropical brasileiro. In: Congresso brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, 1, 2017, Cascavel. **Anais...** Pato Branco: UTFPR, 2017. p.102-124

PAIN S.; FRANKLIN-MCEVOY J.; COX, A.; REVELL, D. K. The odour profile of feedstuffs as modulators of feed preference. **Recent Advances in Animal Nutrition – Australia**, v.15, p. 229-236, 2005.

PÁSCOA, A. G.; COSTA, M. J. R. P. Aplicação dos sistemas de informação geográfica para definição de estratégias de manejo de bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, 2007.

PENNING, P. D.; PARSONS, A. J.; NEWMAN, J. A.; ORR, R. J.; HARVEY, A. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 476-486, 1994.

PINTO, C. E.; CARVALHO, P. C. F.; FRIZZO, A.; FONTOURA JR, J. A. S.; NABINGER, C.; ROCHA, R. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 319-327, 2007.

PROVENZA, F. D. **Foraging Behavior: Managing to Survive in a World of change**. Behavioral Principles for Human, Animal, Vegetation and Ecosystem Management. Utah State University. Department of Forest, Range, and Wildlife Sciences. Utah, EUA. 63 p. 2003.

PROVENZA, F. D. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. **Journal of Range Management**, v. 48, p. 2-17, 1995.

RALPHS, M. H.; PROVENZA, F. D.; WIEDMEIER, R. D.; BUNDERSON, F. B. Effects of energy source and food flavour on conditioned preferences in sheep. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1651-1657, 1995.

REID, J. T. El valor relativo de los resultados agronómicas y con animales en investigaciones sobre pasturas. In: Empleo De Animales En Las Investigaciones Sobre Pasturas, 1964, La Estanzuela. **Anais...** Montevideo: Osvaldo Paladines, 1966, p.31-60.

o'REAGAIN, P. J., MENTIS, M. T. The effect of plant structure on the acceptability of different grass species to cattle. **Journal of Grassland Society of South Africa**, v.6, p.163-170, 1989.

RUYLE, G. B., DWYER, D. D. Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. **Journal of Animal Science**, v. 61, p. 349-353, 1985.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENCO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system

in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANTANA JR, H. A.; MENDES, F. B. L.; CARDOSO, E. O.; ABREU FILHO, G. Captura de forragem por bovinos: Tamanho e taxa de bocado X Dossel forrageiro. **PUBVET**, v. 3, n. 18, 2009.

SANTOS, G. R. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, M. J. A.; PEREIRA, V. L. A. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1876-1883, 2008.

SENF, R. L.; COUGHENOUR, M. B.; BAILEY, D. W.; RITTENHOUSE, L. R.; SALA, O. E.; SWIFT, D. M. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. **BioScience**, v. 37 p. 789-799, 1987.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, 2009.

TEKLEHAIMANOT, Z.; JONES, M.; SINCLAIR, F. L. Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in a silvopastoral system in North Wales, UK. **Agroforestry Systems**, v.56, p.47-55, 2002.

THORNTON, P. K.; HERRERO, M. Adapting to climate change in the mixed crop and livestock farming systems in sub-Saharan Africa. **Nature Climate Change**, v. 5, p. 830-836, 2015.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671-677, 2002.

TREVISAN, N. B.; SANTOS, E. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1543-1548, 2004.

WANG, L.; WANG, D. L.; HE, Z. B.; LIU, G. F.; HODGKINSON, K. C. Mechanisms linking plant species richness to foraging of a large herbivore. **Journal of Applied Ecology**, v. 47, p. 868-875, 2010.

2 CAPÍTULO II – SELEÇÃO ALIMENTAR POR BOVINOS EM PASTEJO EM DIFERENTES ARRANJOS DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

RESUMO

A complexidade gerada pelas inter-relações entre todos os componentes dentro dos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) traz heterogeneidade ao ambiente pastoril podendo alterar o comportamento ingestivo dos animais em pastejo. O objetivo deste trabalho é avaliar a seleção alimentar e o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo contínuo, em diferentes níveis de complexidade de um SIPA e sistema especializado de pecuária com a utilização do método de monitoramento contínuo de bocados. O experimento foi conduzido em área de proteção ambiental (APA) dentro de um protocolo experimental de SIPA dentro do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), Pinhais, Paraná. Foram utilizados os tratamentos com o componente pecuário: pecuária (PEC); lavoura-pecuária (LP); pecuária-floresta (PF) e lavoura-pecuária-floresta (LPF) para as três avaliações (A1, A2 e A3) que aconteceram nos meses de julho e agosto de 2017. Foram selecionados doze animais da raça Angus e Red Angus como *testers*, um em cada tratamento durante a fase de familiarização mútua. A grade de codificação de bocados foi elaborada a fim de distinguir as diferentes espécies pastejadas e as diferentes estruturas das principais forrageiras acessadas pelos animais. Os horários de avaliação foram estipulados a partir do etograma, sendo fixado 7h30 – 10h30 pela manhã e 15h00 – 18h00 pela tarde. As análises estatísticas foram realizadas em delineamento fatorial triplo considerando os tratamentos, épocas de avaliação e períodos de avaliação como efeito fixo. Não foi observada diferença no consumo entre os fatores analisados. Houve efeito do tratamento na oferta de forragem (kg de MS.100 kg de PV⁻¹), massa de bocados (g de MS), taxa de bocados (g.min⁻¹), taxa de consumo (g de MS ingerida.min⁻¹), tempo de pastejo efetivo (min) e tempo de ócio (min). A oferta de forragem apresentou interação significativa (p<0,05) entre os tratamentos e as épocas de avaliação de forma que o LPF teve baixa oferta de forragem diferindo do PEC na A1 e dos demais tratamentos na A3. Seguindo a baixa oferta de forragem do LPF, a menor MB encontrou-se neste tratamento, não apresentando diferenças para o PF. Deste modo os animais aumentaram o tempo de pastejo e diminuíram o tempo de ócio no LPF, em relação aos demais tratamentos, como efeito compensatório. Conclui-se que o aumento da complexidade do sistema influencia o comportamento ingestivo dos animais em pastejo.

Palavras-chave: Pastagem. Bovinos. Oferta de forragem. Consumo. Monitoramento contínuo de bocados.

ABSTRACT

The complexity generated by the interrelationships among all the components within the Integrated Crop-Livestock systems (ICLS) brings heterogeneity to the pastoral environment and can alter the ingestive behavior of the grazing animals. The aim of this work was to evaluate the dietary selection and the ingestive behavior of cattle in continuous grazing, in different levels of complexity of a ICLS using the method of continuous bites monitoring. The experiment was carried out in an environmental protection area within the experiment of the Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), Pinhais, Paraná. The treatments with the livestock component were: livestock; crop-livestock; livestock-forest; and crop-livestock-forest for the three evaluations (A1, A2 and A3) that occurred in July and August of 2017. Twelve Angus and Red Angus animals were selected as testers, one in each treatment during the mutual familiarization phase. The bite coding grid was elaborated in order to distinguish the different grazed species and the different structures of the main forages accessed by the animals. The evaluation times were stipulated from the etogram, being fixed from 7:30 a.m. - 10:30 p.m. in the morning and 3:00 p.m. - 6:00 p.m. in the afternoon. Statistical analysis was performed in a triple factorial design considering treatments, evaluation dates and evaluation periods as fixed effect. There was no difference in intake among the factors analyzed. There was an effect of the treatment on the forage allowance, bite mass, bite rate, short term intake rate, effective grazing time and other activities. The forage allowance had a significant interaction ($p < 0.05$) between the treatments and the dates of evaluation, so that crop-livestock-forest had a low forage allowance differing from livestock in A1 and other treatments in A3. Following the low crop-livestock-forest forage allowance, the lowest mass of bites was found in this treatment, showing no differences for the livestock-forest. Thus the animals increased the grazing time and decreased the other activities time in the crop-livestock-forest, regarding to the other treatments, like compensatory effect. It concludes that the increase in the complexity of the system influences the ingestive behavior of the grazing animals.

Key words: Pasture. Cattle. Forage allowance. Intake. Continuous monitoring of bites.

2.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agropecuária propõem a diversificação das atividades por meio da rotação de cultivos agrícolas e pecuários para a otimização do uso da área, aumento da biodiversidade, sustentabilidade e da resiliência do sistema produtivo. A integração pode ocorrer de forma concomitante ou sequencial em diferentes escalas espaço-temporais (MORAES et al., 2014).

Os efeitos do sinergismo criado pela diversidade de rotações existentes no SIPA somado à multifuncionalidade das pastagens, com aproveitamento racional dos meios naturais para exploração animal, trazem propriedades emergentes ao sistema integrado, isto é, o resultado da contribuição do sistema não é redutível a soma dos efeitos isolados de cada componente do sistema (ODUM, 1988; CARVALHO & BATELLO, 2009; ANGHINONI et al., 2013).

Para o animal, a integração dos sistemas pode trazer um aumento na complexidade do ambiente pastoril devido ao aumento da biodiversidade e das inter-relações entre os componentes do sistema. Com o aumento da biodiversidade, os animais passam a selecionar espécies e estruturas de sua preferência tornando sua dieta mista, mesmo que apenas uma destas espécies fosse capaz de atender todas as suas demandas nutricionais (HILL et al., 2009). O grau de seletividade e consumo pode ser afetado pela disponibilidade de matéria seca, pois esta altera a estrutura da pastagem por meio de seus componentes altura/densidade (POPPI, 1987).

Com isso, a diversidade florística e estrutural do pasto podem refletir em diferentes tipos de bocados pelos os herbívoros para aumentar a eficiência de ingestão (CARVALHO et al., 2013). Isto porque, as tomadas de decisões do animal são relativas a rentabilidade de cada bocado, a energia gasta na colheita do alimento versus o tempo de manipulação são aspectos decisivos na ingestão de forragem, de forma que os animais selecionam forrageiras que possam ser consumidas com maior velocidade (BELOVSKY, 1986; ILLIUS et al., 1992)

Dessa forma, o presente estudo tem como propósito testar a hipótese de que o aumento da diversidade botânica e estrutural do pasto, resultado da

complexidade dos sistemas produtivos em SIPA, altera o comportamento ingestivo dos animais e as suas estratégias de forrageamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a seleção alimentar e o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo contínuo, em diferentes níveis de complexidade de um SIPA e sistema especializado de pecuária com a utilização do método de monitoramento contínuo de bocados.

Espera-se que com o aumento da complexidade do SIPA ocorra o aumento do sinergismo entre os componentes resultando em alterações na composição do pasto tanto em espécies quanto em estruturas trazendo reflexos ao comportamento ingestivo dos animais, observado por meio das diferentes tomadas de decisões e tipos de bocados.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Descrição da Área Experimental

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Canguiri - Universidade Federal do Paraná (25°25'S, 49°8'W, 930 m altitude) no protocolo experimental do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA) nos meses de julho e agosto de 2017.

A área experimental está localizada no município de Pinhais – PR. O clima da região conforme a classificação de Koppen é Cfb, caracterizado por apresentar precipitação média anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5°C e máxima média de 22,5°C, sem estação seca definida e com ocorrência de geadas frequentes e severas. A Fazenda Canguiri pertence à Área de Proteção Ambiental (APA) da bacia do rio Iraí segundo a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, sendo vedado o uso de defensivos químicos agrícolas.

Localizada no Primeiro Planalto Paranaense a Fazenda Canguiri apresenta relevo suave ondulado a ondulado, com declives variando de 3 a 20% e com altitudes no intervalo de 889 a 950 m sobre o nível do mar. Os principais grupos de solos presentes são: Cambissolos; Latossolos; Gleissolos; Organossolos (SUGAMOSTO, 2002).

O experimento do NITA foi instalado na Fazenda Canguiri em 2011 utilizando aproximadamente 36 ha e têm como objetivo estudar os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária a partir da experimentação em longo prazo. Para tanto, a área apresenta sete diferentes arranjos com combinações simples a complexas de um SIPA, repetidos em três blocos, são elas: Pecuária (PEC), Lavoura (L), Floresta (F), Lavoura-Floresta (LF), Lavoura-Pecuária (LP), Pecuária-Floresta (PF) e Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF).

A pastagem de inverno é composta predominantemente pela aveia-preta (*Avena strigosa*) com azevém espontâneo (*Lolium multiflorum*) e invasoras. No verão a forrageira cultivada é o capim áries (*Megathyrsus maximus cv aries*) com presença espontânea de *Paspalum spp.*, *Cynodon spp.*, *Hemarthria spp.*, *Urochloa spp.*, quicuío (*Pennisetum clandestinum*) e invasoras. O componente pecuário é constituído por bovinos da raça Angus e Red Angus, com a entrada na área no momento em que a aveia-preta apresenta altura média de 24 cm, e saída no final de ciclo da pastagem de verão, para a realização do plantio da pastagem de inverno.

A lavoura é caracterizada pelo cultivo de milho (*Zea mays*). Nos tratamentos onde há integração com a pecuária (LP e LPF) a rotação ocorre a cada três anos, ou seja, durante três anos estes tratamentos suportam a pecuária tanto no inverno quanto no verão, e no ano seguinte (quarto ano) é realizado o cultivo do milho no verão, com cobertura de aveia-preta no inverno. O ano safra 2015/2016 foi o primeiro ano de entrada do milho nos tratamentos LP e LPF, porém devido a problemas logísticos não foi possível realizar a colheita dos grãos, sendo realizada a roçada de toda a planta.

O cultivo do eucalipto (*Eucalyptus benthamii*), em arranjo espacial de linhas simples com espaçamento de 14,0 m entrelinhas e 2,0 m entre plantas, constitui o componente arbóreo. No inverno do ano de 2017 foi realizado o manejo de desbaste das árvores com a extração da madeira das plantas selecionadas, aumentando o espaçamento entre plantas para 4,0 m. Os resíduos culturais (folhas e ramos) foram acomodados entre as plantas na linha das árvores.

2.2.2 Avaliações

Os bovinos são manejados sob pastejo contínuo com lotação variável, sendo que três animais permanecem fixos no tratamento como *testers*. Semanalmente é realizada a medição da altura da forrageira cultivada em 150 pontos dos piquetes com o uso do *swardstick* para o ajuste de carga pela técnica *put and take* (MOTT & LUCAS, 1952). A cada 28 dias é realizada a pesagem dos animais, onde se estima o ganho de peso médio diário (GMD) pela subtração do peso atual pelo peso da pesagem anterior, dividido pelo número de dias de intervalo entre as pesagens.

Anteriormente à avaliação de monitoramento contínuo de bocados, foi realizada a avaliação de comportamento diurno (JAMIESON & HODGSON, 1979) para elaboração de um etograma. Foram realizadas observações diretas a cada 5 minutos de forma pontual e sincronizada durante 12 horas, das 6h00 às 18h00, registrando as atividades de pastejo, ócio e ruminação, com a diferenciação pelas posições do animal, em pé ou deitado, e a localização sol ou sombra nos piquetes com a presença de árvore. Registraram-se também as atividades de consumo de sal e água.

2.2.2.1 Avaliação de Monitoramento contínuo de bocados

Para a realização da avaliação de monitoramento contínuo de bocados foi utilizado o delineamento fatorial triplo considerando os tratamentos, as épocas de avaliação e os períodos de avaliação como efeito fixo. Foram necessários quatro avaliadores para que em cada dia fosse realizada a avaliação de um bloco, não houve repetição do avaliador no mesmo tratamento e período durante as avaliações na tentativa de diminuir o erro.

Foram realizadas três avaliações nos meses de julho e agosto de 2017, em três momentos do ciclo da aveia-preta a fim de se observar as variações no comportamento ingestivo dos animais devido às alterações fenológicas, estruturais e botânicas da pastagem. A primeira avaliação (A1) ocorreu nos dias 05-07/07/2017, uma semana após a entrada dos animais na área, onde a aveia-preta apresentava altura média de 17,98 cm. A segunda avaliação (A2)

foi conduzida nos dias 24-26/07/2017 logo após a ocorrência de uma geada que reduziu a população de forrageiras tropicais, com a aveia-preta apresentando altura média de 14,46 cm. A terceira avaliação (A3) se deu nos dias 28-30/08/2017 com o início da emissão das panículas da aveia-preta e rebrote das culturas tropicais, onde a aveia-preta apresentava altura média de 16,24 cm.

No ano desta avaliação (2017) os animais entraram na área no dia 23/06/2017 e até o dia 25/06/2017 permaneceram em adaptação e reconhecimento do meio. A partir do dia 26/06/2017 iniciou-se a familiarização mútua, onde cada avaliador permaneceu por 2 horas por período (manhã e tarde) junto aos animais dentro do piquete buscando a aproximação. Considerou-se que a familiarização estava completa (01/07/2017) quando os animais permitiram a aproximação de 0,5 a 2,0 m sem alterações no comportamento natural dos animais e no comportamento do grupo. O animal que permitiu a aproximação do avaliador com maior facilidade durante o período de familiarização mútua foi escolhido como *tester* do seu piquete para as avaliações

A aproximação com os animais permitiu a observação dos bocados realizados e auxiliou no desenvolvimento da grade de códigos de bocados. Os códigos foram criados com o objetivo de distinguir as diferentes espécies pastejadas e as diferentes estruturas das principais espécies forrageiras acessadas pelos animais. Além dos códigos de bocados houve a criação de códigos para o comportamento dos animais, com distinção das atividades de ócio, socialização, ato de coçar, ruminação, mastigação, ato de cheirar, manipulação do alimento e passos realizados conforme as Tabelas 1 e 2. A grade de códigos está ilustrada na Figura 2.

Os horários de avaliação foram fixados em 07h30 às 10h30 durante a manhã e 15h00 às 18h00 no período da tarde, com base no resultado da avaliação prévia de comportamento diurno que resultou em picos maiores de pastejo no início da manhã e ao entardecer, e na literatura que relata a ocorrência dos picos de pastejo mais intensos ao amanhecer e ao entardecer (VAN SOEST, 1994; COSGROVE, 1997). Foi estipulada a duração da avaliação em 3h00 por período para melhor observação da seleção alimentar durante os períodos de pastejo.

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DOS CÓDIGOS DE BOCADO DE ANIMAIS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

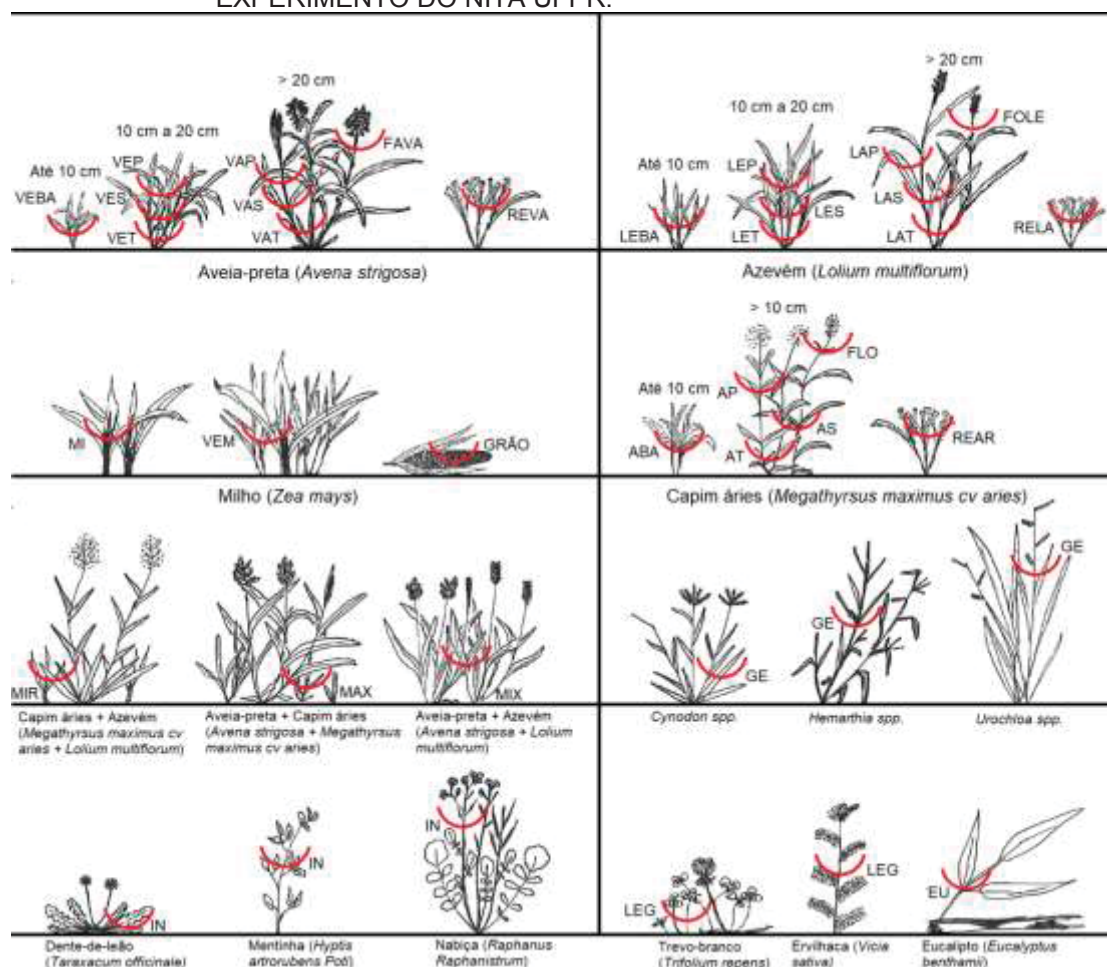
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
VEBA	Bocado composto de aveia de até 10 cm
VEP	Bocado constituído do 1º estrato da aveia, com altura 11 a 20 cm
VES	Bocado constituído do 2º estrato da aveia, com altura de 11 a 20 cm
VET	Bocado constituído do 3º estrato da aveia, com altura de 11 a 20 cm
VAP	Bocado constituído do 1º estrato da aveia, com altura acima de 21 cm
VAS	Bocado constituído do 2º estrato da aveia, com altura acima de 21 cm
VAT	Bocado constituído do 3º estrato da aveia, com altura acima de 21 cm
FAVA	Bocado constituído de apenas Inflorescência de aveia
REVA	Bocado constituído do repastejo da aveia, sem altura específica
LEBA	Bocado composto de azevém de até 10 cm
LEP	Bocado constituído do 1º estrato do azevém, com altura 11 a 20 cm
LES	Bocado constituído do 2º estrato do azevém, com altura de 11 a 20 cm
LET	Bocado constituído do 3º estrato do azevém, com altura de 11 a 20 cm
LAP	Bocado constituído do 1º estrato do azevém, com altura acima de 21 cm
LAS	Bocado constituído do 2º estrato do azevém, com altura acima de 21 cm
LAT	Bocado constituído do 3º estrato do azevém, com altura acima de 21 cm
FOLE	Bocado constituído de apenas Inflorescência do azevém
RELA	Bocado constituído do repastejo do azevém, sem altura específica
ABA	Bocado composto de áries de até 10 cm
AP	Bocado constituído do 1º estrato do áries, com altura acima de 11 cm
AS	Bocado constituído do 2º estrato do áries, com altura acima de 11 cm
AT	Bocado constituído do 3º estrato do áries, com altura acima de 11 cm
REAR	Bocado constituído do repastejo do áries, sem altura específica
GRAO	Bocado composto de grãos de milho
MI	Bocado constituído de milho germinado, sem altura específica
LEG	Bocado composto por uma espécie ou mais de leguminosas (trevo branco, trevo vermelho e ervilhaca), sem altura específica
GE	Bocado composto por uma ou mais espécies das seguintes forrageiras: <i>Paspalum spp.</i> , <i>Cynodon spp.</i> , <i>Urochloa spp.</i> , <i>Hemarthria spp.</i> e Quicuío, sem altura específica
EU	Bocado constituído de folhas ou cascas de Eucalipto
MAX	Bocado constituído da mistura de aveia e áries, sem altura específica
MIR	Bocado constituído da mistura de azevém e áries, sem altura específica
MIX	Bocado constituído da mistura de aveia e azevém, sem altura específica
VEM	Bocado constituído da mistura de aveia e milho germinado, sem altura específica
IN	Bocado composto de plantas invasoras
DEN	Bocado profundo não identificado
BO	Bocado não identificado

SAL Código atribuído ao consumo de sal
 ÁGUA Código atribuído ao consumo de água

TABELA 2 - DESCRIÇÃO DOS CÓDIGOS DE COMPORTAMENTO DE ANIMAIS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
CHE	Código atribuído ao comportamento de cheirar
CO	Código atribuído ao comportamento de coçar-se
MANI	Código atribuído ao comportamento de manipular o alimento
MATE	Código atribuído a mastigação do alimento
Ó	Código atribuído ao ócio do animal
PA	Código atribuído aos passos do animal
RU	Código atribuído a ruminação do animal
SO	Código atribuído ao comportamento de socialização entre os animais

FIGURA 2 - GRADE ILUSTRATIVA DOS CÓDIGOS DE BOCADOS REALIZADOS PELOS BOVINOS EM PASTEJO, DE ACORDO COM AS ESPÉCIES FORRAGEIRAS, ESTRUTURA MORFOLÓGICA E ALTURA, NO EXPERIMENTO DO NITA UFPR.



Nota: Os bocados que apresentam alturas específicas têm as medidas indicadas acima das ilustrações.

Os semicírculos em vermelho representam os bocados e ao seu lado os códigos a ele associados.

A ilustração do bocado IN representa algumas das invasoras encontradas na área, assim como a ilustração do bocado GE que representa o grupo de forrageiras (*Paspalum spp.*, *Cynodon spp.*, *Urochloa spp.*, *Hemarthria spp.* e *Pennisetum clandestinum*).

Durante as avaliações cada avaliador permaneceu em um tratamento e munido de um gravador de voz, fez a narrativa simultânea dos códigos de bocados e comportamento. Para que não houvesse hesitação na narrativa, foi realizado um treinamento prévio e todos os avaliadores participaram da elaboração da grade de códigos de bocados para melhor memorização.

Após o registro dos dados, os arquivos de áudio foram armazenados e posteriormente transcritos por meio do software JWatcher® (<http://www.jwatcher.ucla.edu/>).

Ao fim de cada período de avaliação foi feita a simulação dos bocados realizados naquele período buscando ser o mais semelhante possível aos bocados realizados pelos animais. Para os bocados menos freqüentes foram realizadas simulações de 20 bocados, enquanto que para os mais frequentes simularam-se 40 bocados a fim de aumentar a precisão dos bocados tanto em tamanho quanto em composição. O material coletado foi armazenado em sacos de papel previamente identificados e encaminhados para secagem em estufa a 55°C. Após a estabilização do peso do material este foi pesado e obteve-se o peso médio por bocado (MB), em g, (peso da amostra/freqüência).

Com a transcrição dos áudios obteve-se o número de bocados específicos durante o período de avaliação e o tempo de duração de cada bocado. A partir daí foi possível estimar a taxa de consumo (TC), pela multiplicação do peso de cada bocado pelo número de vezes que ele ocorreu na avaliação. Na sequência, foram somados todos os pesos de bocados consumidos para a obtenção do consumo total de matéria seca por avaliação.

O tempo de pastejo efetivo foi calculado pela soma dos tempos das atividades de pastejo, repastejo, procura, ócio menor que 10 segundos, e mastigação. A taxa de bocados (TB) foi estimada pela razão entre o número de bocados (pastejo e repastejo) realizados no pelo animal avaliado e o tempo de pastejo efetivo.

2.2.3 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas pelo software SAS onde inicialmente a normalidade dos dados foi testada por meio da distribuição dos resíduos, e quando necessário os dados foram transformados. Em seguida realizou-se a análise de variância (ANOVA) e quando houve diferença estatística a nível de 5%, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Todos os quadros de ANOVA estão disponíveis em APÊNDICES. As diferenças nas alturas da aveia-preta entre os tratamentos e épocas de avaliação foram testadas como co-variável para determinar a influência sobre os resultados.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferenças das alturas entre os tratamentos não influenciaram os resultados devido a não significância desta como co-variável. O consumo pelos animais apresentou diferença estatística entre os turnos de avaliação com interação tratamento*turno. Na Tabela 3 é possível observar que o consumo total foi maior no período da tarde, e que o tratamento PEC apresentou consumo menor que o tratamento PF neste período.

TABELA 3 - VALORES MÉDIOS PARA CONSUMO TOTAL (TC) EM G DE MATÉRIA SECA, PARA OS TRATAMENTOS PF, LP, LPF E PEC NOS DOIS TURNOS DE AVALIAÇÃO.

	PF	LP	LPF	PEC	MÉDIA
M	1089,2233 Aa	1047,0318 Aa	653,1138 Aa	1062,1953 Aa	962,8911 b
T	1637,2178 Aa	1357,7661 ABa	1047,8436 ABa	797,9741 Ba	1210,2004 a

NOTA: Tratamentos: Pecuária (PEC), Lavoura-pecuária (LP), Pecuária-floresta (PF) e Lavoura-pecuária-floresta (LPF).

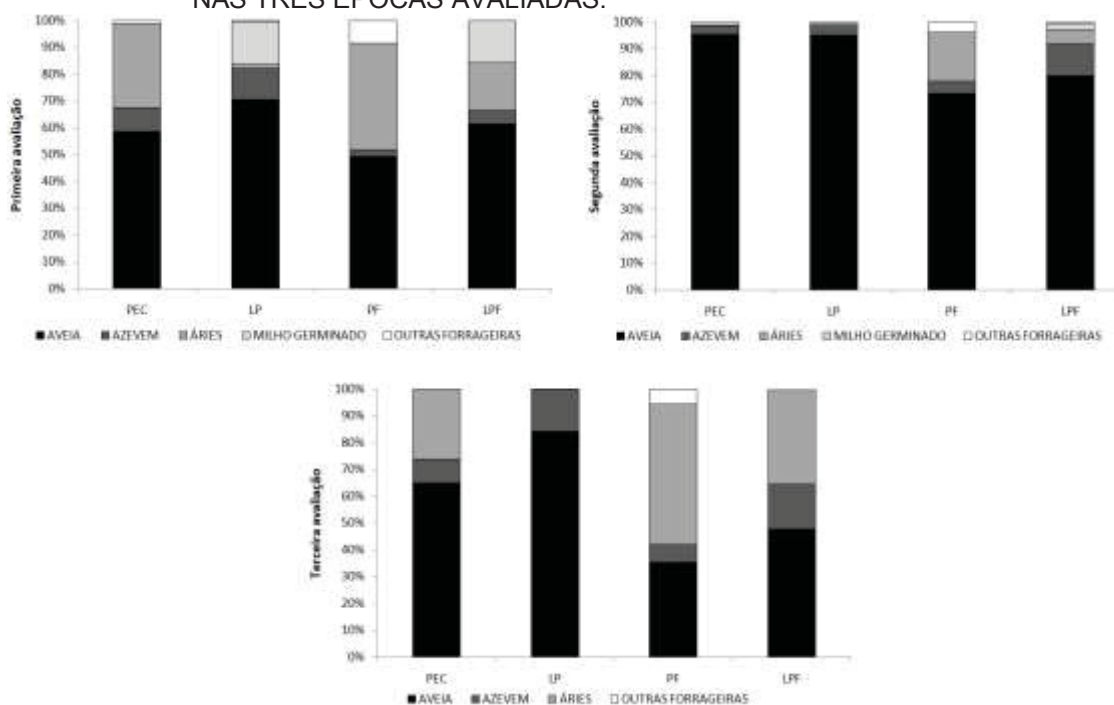
Letras maiúsculas diferentes na mesma linha demonstram diferença entre as colunas, enquanto que as letras minúsculas diferentes na mesma coluna demonstram diferença entre as linhas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Durante as avaliações foram observadas diferenças nos tipos de bocados realizados pelos animais (FIGURA 4). Estas alterações se deram, principalmente, pela constante transformação da pastagem em resposta ao ambiente e ao pastejo. Na Figura 3 é apresentada a diferença na proporção das espécies forrageiras e do milho germinado na composição da estrutura do

pasto. A ocorrência da aveia-preta apresentou diferença estatística entre as épocas de avaliação e entre os tratamentos ($p < 0,001$), sem interação entre os fatores ($p > 0,05$). Os tratamentos LP e PEC apresentaram maior frequência de aveia-preta nas três avaliações. Entre as épocas de avaliação a aveia-preta apresentou maior frequência na A2 devido à ocorrência de geada (19/07/2017) que diminuiu o aparecimento das espécies tropicais.

A proporção do capim áries diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($p < 0,001$) sendo o tratamento LP com o menor aparecimento desta espécie. Uma hipótese para a menor frequência do áries no LP é o cultivo anterior de milho neste tratamento. No verão anterior a cultura granífera cultivada suprimiu a emergência e o estabelecimento da cultura forrageira, diminuindo a capacidade de rebrote no ano desta avaliação. O mesmo ocorreu no tratamento LPF, porém houve a manutenção do capim áries na linha das árvores, mostrado pela permanência desta cultura neste tratamento. Já o azevém e as outras forrageiras não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos e as épocas de avaliação.

FIGURA 3 - PROPORÇÃO MÉDIA (%) DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES FORRAGEIRAS, E DO MILHO GERMINADO, PARA OS TRATAMENTOS PEC, LP, PF E LPF, NAS TRÊS ÉPOCAS AVALIADAS.



NOTA: Outras forrageiras: *Paspalum spp.*, *Cynodon spp.*, *Urochloa spp.*, *Hemarthria spp.* e Quicuío.

Tratamentos: Pecuária (PEC), Lavoura-pecuária (LP), Pecuária-floresta (PF) e Lavoura-pecuária-floresta (LPF).

Para o milho germinado houve diferença entre os tratamentos ($p < 0,01$) e entre as épocas de avaliação ($p < 0,05$) sendo que o aparecimento se deu majoritariamente nos tratamentos com o milho como cultura antecessora (LP e LPF) durante a primeira avaliação. Acompanhando a frequência do milho germinado, os bocados ao consumo de milho germinado (MI) e os bocados compostos pela mistura de aveia-preta e milho germinado (VEM) apresentaram maior frequência na A1 (FIGURA 4). O motivo principal para a queda do acesso dos animais aos bocados referentes à cultura do milho foi a ocorrência da geada no período entre a primeira e a segunda avaliação acarretando a morte desta espécie.

A ocorrência da geada ocasionou também a diminuição dos bocados referentes às forrageiras tropicais da A1 para A2, como pode ser observado pelos bocados referentes ao primeiro e segundo estrato do capim áries, com altura superior à 11 cm, e ao repastejo desta espécie (AP, AS e REAR), e pelos bocados compostos pelas demais espécies forrageiras presentes na área (GE) (FIGURA 4). Na segunda avaliação a maior frequência destes bocados referentes às espécies tropicais, ocorreu nos tratamentos com a presença do componente arbóreo, onde se verificou a maior presença do áries (FIGURA 3). Este resultado vai de encontro aos trabalhos que observaram a manutenção da pastagem tropical verde durante o inverno, mesmo após a ocorrência de geadas, devido à presença das árvores como quebra-vento que impedem a queda acentuada de temperatura diminuindo os efeitos da geada (VIEIRA et al., 2003; CARBONIERI et al., 2013).

A diminuição da frequência das espécies tropicais durante a segunda avaliação e a consequente elevação da frequência das forrageiras de inverno tornou a dieta dos animais menos diversificada (FIGURA 3) o que acarretou no aumento expressivo do repastejo da aveia-preta, observado pelo bocado REVA, que teve o maior acesso nos quatro tratamentos durante a A2, caracterizando uma preferência passiva por esta estrutura (HODGSON, 1990). O aumento deste repastejo pode ser justificado pela diminuição da diversidade da pastagem na A2 somado à presença contínua do animal em pastejo. Pode-se notar também o acréscimo na ingestão da mistura de aveia-preta e azevém

(MIX) a partir da segunda avaliação. Os bocados relativos ao azevém foram mais realizados no tratamento LPF na A2 e nos tratamentos PF e LPF na A3.

FIGURA 4 - PROPORÇÕES DE CADA TIPO DE BOCADO (%) EM RELAÇÃO A DIETA TOTAL CONSUMIDA, PARA OS TRATAMENTOS PEC, LP, PF E LPF NAS TRÊS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.

continua

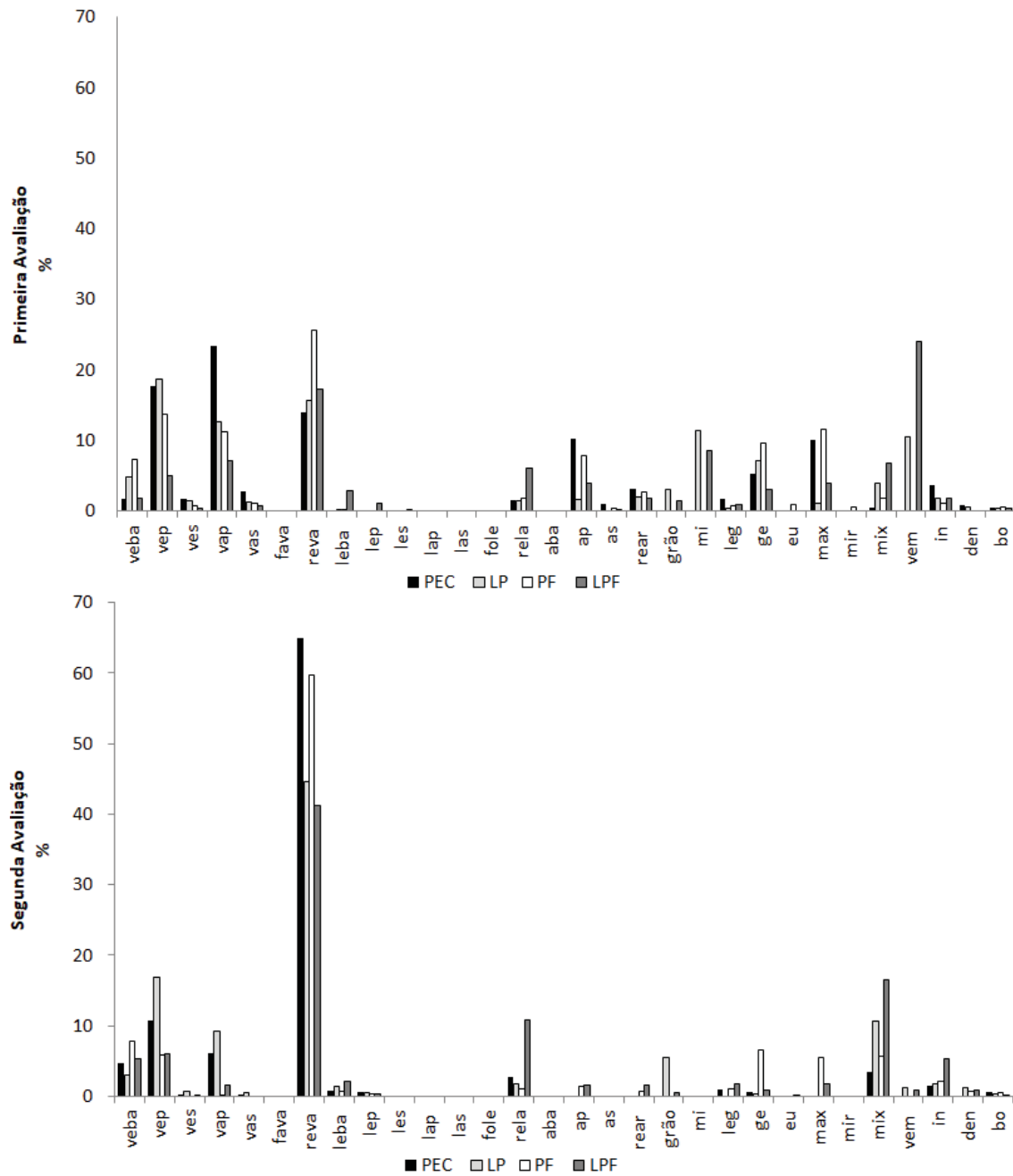
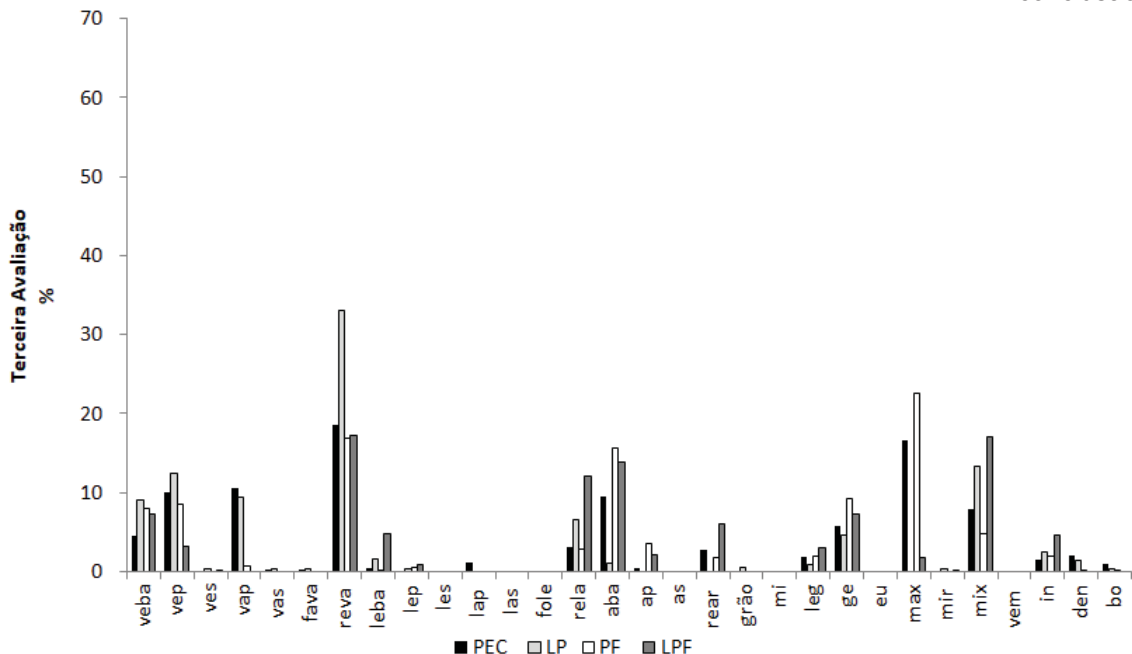


FIGURA 4 - PROPORÇÕES DE CADA TIPO DE BOCADO (%) EM RELAÇÃO A DIETA TOTAL CONSUMIDA, PARA OS TRATAMENTOS PEC, LP, PF E LPF NAS TRÊS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.



NOTA: Os bocados referentes ao terceiro estrato do dossel (VET, VAT, LET, LAT e AT) foram acessados raríssimas vezes (abaixo de 0,001%), e pela baixa representatividade não foram incluídos.

A descrição dos bocados apresentados no eixo x consta na Tabela 1 deste trabalho.

Tratamentos: Pecuária (PEC), Lavoura-pecuária (LP), Pecuária-floresta (PF) e Lavoura-pecuária-floresta (LPF).

Como a terceira avaliação foi realizada no final de agosto, as forrageiras de inverno iniciavam a fase reprodutiva com a emissão da panícula, enquanto que as espécies tropicais iniciavam a emergência. O bocado ABA, referente ao áries em emergência, teve ingestão apenas na terceira avaliação, com menor ocorrência no tratamento LP. Percebe-se que na A3 houve também o aumento na ingestão da mistura MAX, uma vez que o rebrote do áries ocorria, em sua maioria, entre as plantas de aveia-preta. A ingestão das inflorescências das espécies de inverno (FAVA e FOLE) foi observada apenas na A3.

Na terceira avaliação, a invasora nabiça forrageira (*Raphanus raphanistrum*) apresentava altura elevada e alta frequência, criando uma barreira visual para a identificação de alguns bocados, pois os bois inseriam a cabeça dentro do dossel da invasora na busca por espécies forrageiras,

dificultando a visualização e identificação da espécie e estrutura consumida pelo animal. Deste modo nota-se o aumento do código DEN referente aos bocados não identificados devido à profundidade do bocado, durante a A3.

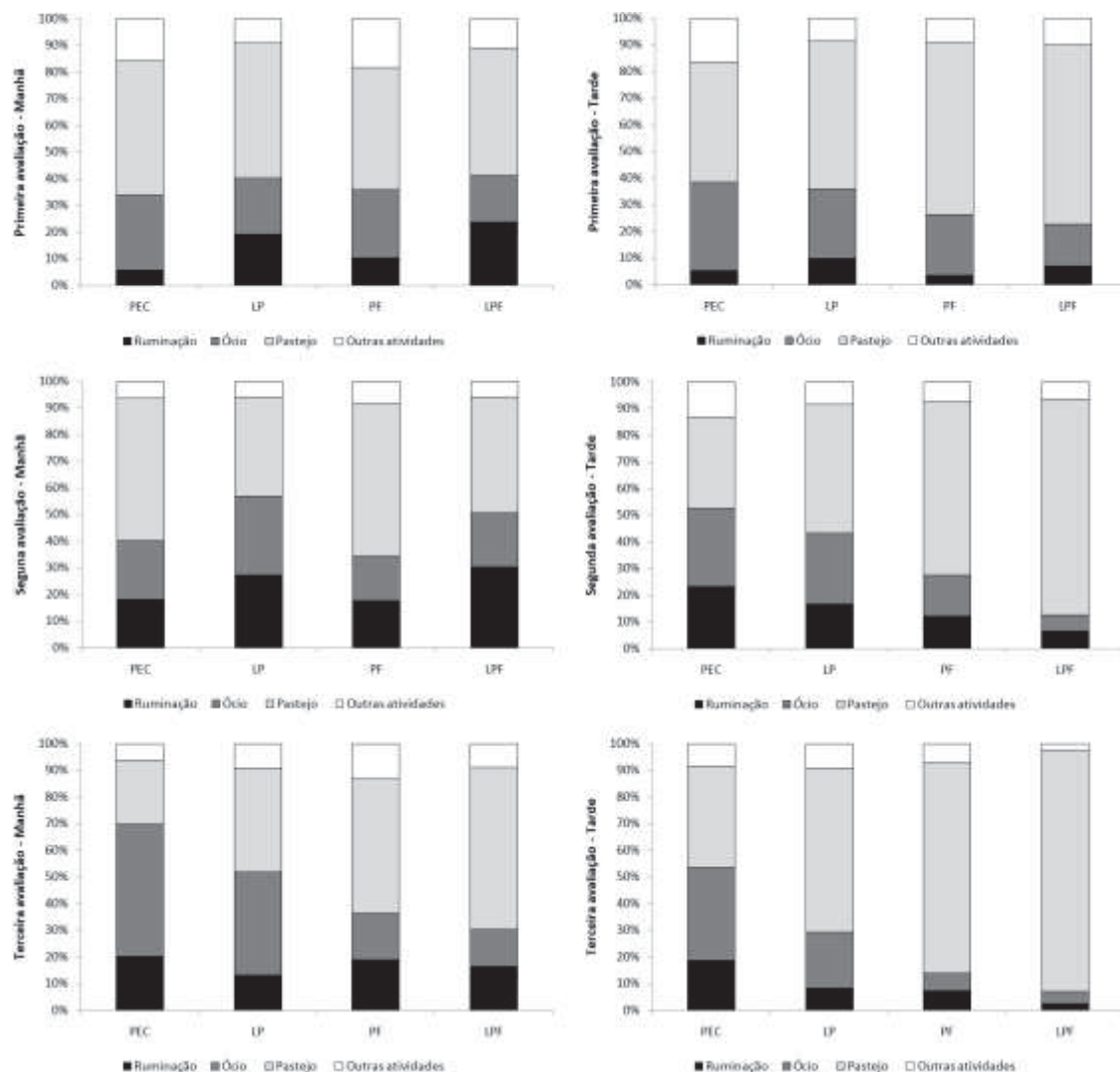
Durante as três avaliações se observou o consumo do bocado referente à aveia-preta de até 10 cm (VEBA). Apesar deste bocado não trazer alta rentabilidade no pastejo em termos de massa de bocado, este pode ser entendido como uma seleção em busca de maior qualidade nutricional (WILSON & KERLEY, 2003).

O tempo de pastejo efetivo teve efeito dos tratamentos ($p < 0,001$) e dos períodos de avaliação ($p < 0,001$) com interações entre os tratamentos e os períodos ($p < 0,01$) e entre as épocas e os períodos ($p < 0,05$). A diferença se deu apenas na terceira avaliação, onde os tratamentos PF e LPF apresentaram maior tempo de pastejo efetivo no período da tarde, podendo ser evidenciado na Figura 5.

Para o tratamento LPF, o maior tempo de pastejo é atribuído a baixa altura neste tratamento durante a terceira avaliação (10,89 cm). Da Silva et al. (2013) em estudo sobre o comportamento ingestivo e desempenho animal de novilhas de corte manejadas sob diferentes intensidades de pastejo de capim marandu, observaram que em alturas inferiores a 10 cm os animais gastaram cerca de uma hora a mais para em pastejo, se comparado aos animais mantidos em alturas superiores. Da mesma forma Pinto et al. (2007) observaram que o tempo de pastejo por novilhos manteve-se antagônico a altura da pastagem nativa. Segundo Zanine et al. (2006) em pastos com menores lâminas foliares verdes os animais tendem a ser mais seletivos, resultando em mudanças nos mecanismos do pastejo para compensação, o dispêndio na procura e seleção de pastagem a ser ingerida resulta em maior tempo de pastejo. A longa duração do tempo de pastejo pode ser um indicativo de que o animal está com dificuldades para suprir suas demandas nutricionais (STOBBS, 1970; GONTIGO NETO et al., 2006).

Já para o tratamento PF, o maior tempo de pastejo durante a terceira avaliação no período da tarde, está mais atrelado à altura da aveia-preta do que a oferta de forragem, pois nesta época de avaliação a altura média era de 12,75 cm apresentada.

FIGURA 5 - PROPORÇÃO DO TEMPO DESPENDIDO PARA AS ATIVIDADES DE RUMINAÇÃO, ÔCIO, PASTEJO E OUTRAS ATIVIDADES PARA OS TRATAMENTOS PEC, LP, PF E LPF, NAS TRÊS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.



NOTA: Pastejo: trata-se do pastejo efetivo, soma do tempo dos bocados de pastejo, repastejo, mastigação, busca, passos e ócio com duração menor ou igual a 10 segundos.

Ócio: Refere-se ao ócio com duração superior a 10 segundos

Outras atividades: soma do tempo de socialização, consumo de sal, consumo de água, e coçar.

Tratamentos: Pecuária (PEC), Lavoura-pecuária (LP), Pecuária-floresta (PF) e Lavoura-pecuária-floresta (LPF).

Contrariamente ao tempo de pastejo efetivo, o tempo de ócio foi menor nos tratamentos com a presença do componente arbóreo (PF e LPF) na terceira avaliação no período da tarde. Isso se deve ao fato de que as diferentes atividades dos animais são concorrentes entre si, ou seja, em condições de baixa oferta de forragem onde a taxa de consumo é diminuída os animais aumentam o tempo de pastejo em detrimento ao tempo de ócio, socialização e ruminação na tentativa de manter o consumo de matéria seca

diário (CARVALHO et al., 2001; CARVALHO & MORAES, 2005). O tempo de ruminação diferiu entre os períodos de avaliação ($p < 0,05$) sendo maior durante a manhã.

Os valores obtidos para taxa média de bocados (TB), taxa média de consumo (TC) e massa média de bocados (MB), por tratamento e por época de avaliação, estão contidos na Tabela 4. A TB (n° de bocados min^{-1}) diferiu entre os tratamentos e entre as épocas de avaliação ($p < 0,001$), sem interação entre os fatores. Os tratamentos com o componente arbóreo PF e LPF apresentaram a maior TB, diferindo do tratamento PEC que apresentou a menor taxa. Entre as três épocas de avaliação, a TB apresentou-se crescente da A1 para a A3. Já a MB (g de MS) apresentou efeito contrário, com valores maiores nos tratamentos LP e PEC, diferindo do tratamento LPF ($p < 0,001$) que apresentou a menor MB, porém sem diferenças entre as épocas de avaliação. A taxa de consumo (g de MS ingerida min^{-1}) diferiu entre os tratamentos LP e LPF, sendo a TC maior para o LP ($p < 0,05$).

Os maiores valores de MB encontrados no LP e PEC fazem correspondência com as estruturas acessadas pelos animais nestes tratamentos que permitem maior profundidade do bocado. Na Figura 4 se observa que os tratamentos PEC e LP apresentaram maior consumo dos bocados referentes ao primeiro estrato da aveia-preta de altura entre 11 e 20 cm (VEP), e do bocado referente ao primeiro estrato da aveia-preta com altura acima de 20 cm (VAP) nas três épocas de avaliação. Com isso, nota-se que pela maior frequência (FIGURA 3) e maior altura média da aveia-preta nestes tratamentos, os novilhos tiveram maior oportunidade de acesso ao primeiro estrato desta forrageira, com altura acima de 11 cm, resultando em maiores massas de bocado. Carvalho et al. (2001) explana que os animais apresentam uma preferência lógica pelos estratos superiores da planta onde se encontra, geralmente, a forragem de melhor qualidade.

Assim, nos tratamentos PEC e LP houve a redução nas taxas de bocado (TABELA 4), pela maior altura média e maior massa de bocado em relação aos tratamentos PF e LPF. Esta proporção inversa entre a taxa de bocado e a massa de bocado se deve à diferença nos tempos de manipulação e mastigação dos alimentos, pois à medida que a massa do bocado aumenta o tempo despendido para a prensão e mastigação do alimento também

aumenta, diminuindo o número de bocados por minuto (UNGAR, 1996; CARVALHO et al., 2001). A redução da taxa de bocados com o aumento da altura da pastagem também foi registrada nos trabalhos de Griffiths et al. (2003) e Palhano et al. (2007).

TABELA 4 - VALORES MÉDIOS PARA TAXA DE BOCADO (TB) EM Nº DE BOCADOS MIN⁻¹, TAXA DE CONSUMO (TC) EM G DE MS INGERIDA MIN⁻¹, MASSA DE BOCADOS (MB) EM G DE MS, PARA OS TRATAMENTOS PEC, LP, PF E LPF, NAS TRÊS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.

	TB	TC	MB
PF	28,5783 a	13,4637 ab	0,4585 bc
LPF	24,5176 ab	8,0798 b	0,3601 c
LP	20,3245 bc	14,2222 a	0,6963 a
PEC	19,6396 c	11,6286 ab	0,6226 ab
A1	18,5252 c	12,4966 a	0,6360 a
A2	23,0816 b	11,2008 a	0,5337 a
A3	28,1882 a	11,8484 a	0,4334 a

NOTA: Tratamentos: Pecuária (PEC), Lavoura-pecuária (LP), Pecuária-floresta (PF) e Lavoura-pecuária-floresta (LPF).
Épocas de avaliação: Primeira avaliação (A1), Segunda avaliação (A2), Terceira avaliação (A3).

No tratamento LPF, a menor massa de bocados é reflexo da baixa altura e oferta de aveia-preta neste tratamento (TABELA 3 e 4). Em resposta, os animais do LPF apresentaram menores frequências dos bocados VEP e VAP referentes às estruturas da aveia-preta que permitiriam maiores profundidades de bocado, sendo VEP o bocado composto pelo primeiro estrato da aveia-preta de altura entre 11 e 20 cm e VAP o bocado referente ao primeiro estrato da aveia-preta com altura acima de 20 cm (FIGURA 4). Em contrapartida, estes animais apresentaram maior consumo dos bocados relacionados ao azevém abaixo de 10 cm (LEBA) e repastejo do azevém (RELA) justificando a menor massa de bocado neste tratamento. Hodgson et al. (1997) sintetizam que a massa do bocado é fortemente influenciada pela resposta da profundidade do bocado à altura do pasto, logo, a massa de bocado apresenta frequentemente uma relação de proporcionalidade com a altura da pastagem (CARVALHO et al., 2001). Portanto, com a redução da altura do pasto no LPF, reduziu-se a oferta de forragem e a massa de bocados.

Nesta situação, com o intuito de manter o consumo de forragem, os animais aumentaram o tempo de pastejo (FIGURA 4) e a taxa de bocados (TABELA 4).

Penning (1986) trouxe à luz do conhecimento a relação destes parâmetros com a oferta de forragem, demonstrando que à medida que a oferta de forragem diminui a massa de cada bocado também diminui, resultando no aumento do tempo de pastejo e da taxa de bocados, como visto no presente trabalho.

O tratamento PF apresentou menor massa de bocado em relação ao LP, porém estes dois tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas na oferta de forragem. Então, a justificativa para a menor MB no PF está relacionada à baixa altura encontrada neste tratamento

Neste estudo, foi testada a hipótese que o aumento da complexidade dos sistemas produtivos SIPA pode aumentar a diversidade botânica e estrutural do pasto trazendo reflexos no comportamento ingestivo e nas estratégias de forrageamento dos animais em pastejo. O sistema produtivo mais complexo testado (LPF) apresentou menor oferta de forragem, possivelmente pela presença do sombreamento e a grande quantidade de resíduo vegetal em decomposição, que junto ao milho germinado, competiram pelos nutrientes com as culturas forrageiras. A baixa oferta de forragem acarretou em menor massa de bocados. Desta forma, os animais alteraram então a estratégia de forrageamento, aumentando o tempo de pastejo efetivo e a taxa de bocados, de modo que o consumo total neste tratamento não diferiu dos demais. Como consequência houve redução no tempo de ócio.

2.4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos foi possível concluir que:

1. O aumento da complexidade dos sistemas influenciou diretamente o comportamento ingestivo dos bovinos em pastejo.
2. O sistema mais complexo LPF obteve menor oferta de forragem em relação aos demais tratamentos. Este fator trouxe consequências ao comportamento ingestivo dos animais: menor massa de bocados; maior tempo de pastejo; maior taxa de bocados e menor tempo de ócio.

3. A frequência dos diferentes bocados realizados diferiu entre os tratamentos e avaliações.

2.5 REFERÊNCIAS

AGREIL, C.; MEURET, M. An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. **Small Ruminant Research**, n.54, p. 99-113, 2004.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 8, p. 221-278, 2013.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R. B.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 10, p. 1721-1727, 2008.

BELOVSKY, G. E. Optimal foraging and community structure: implications for a guild of generalist grassland herbivores. **Oecologia**, v. 70, p. 35-52, 1986.

BOER, A. C.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, CARGNELUTTI-FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1269-1276, 2007.

BONITO, G. M.; COLEMAN, D. C.; HAINES, B. L.; CABRERA, M. L. Can nitrogen budgets explain differences in soil nitrogen mineralization rates of forest stands along an elevation gradient? **Forest Ecology and Management**, v.5991, p.1-12, 2002.

BRASIL. Lei n 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 28 de maio de 2012, seção 1, p.1

CARBONIERI, J.; MORAIS, H.; REIS, H. A. N. Geada e sistema silvipastoril no norte do Paraná. In: Simpósio Internacional de Arborização de pastagens em regiões subtropicais, 1, 2013, Colombo. **Anais**. Embarapa Florestas. 2013.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E.D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; TERRA LOPES, M. L.; SILVA, J. L. S.; CONTE, O.; LIMA WESP, C.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 88, p. 259-273, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, v. 120, p. 158-162, 2009.

CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? **Tropical Grasslands**, v. 1, p. 137-155, 2013.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de Ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: CECATO, U.; JOBIM, C. C. **Manejo Sustentável em Pastagem**. Maringá-PR: UEM, 2005, v. 1, p. 1-20.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. **Anais**. MATTOS, Wilson Roberto Soares. (Org.) 2001, v. 1, p. 853-871

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFSRS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004.

COSGROVE, G. P. Grazing behaviour and forage intake. In: Simpósio Internacional sobre produção animal em pastejo, 1997, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 1997, p. 59-80.

FAÍSCA, L. D. **Impacto dos sistemas de terminação de cordeiros a pasto sobre o comportamento ingestivo e a seleção alimentar**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

GINANE, C.; BONNET, M.; BAUMONT, R.; REVELL, D. K. Feeding behaviour in ruminants: a consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. **Animal Production Science**, v. 55, p. 247-260, 2015.

GONTIJO NETO, M. M.; EUCLIDES, V. B. P.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; MIRANDA, L. F.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, M. P. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.60-66, 2006.

GRIFFITHS, W. M.; HODGSON, J.; ARNOLD, G. C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. **Grass and Forage Science**, v. 58, p. 112-124, 2003.

HILL, J.; CHAPMAN, D. F.; COSGROVE, G. P.; PARSONS, A. J. Do Ruminants Alter Their Preference for Pasture Species in Response to the Synchronization of Delivery and Release of Nutrients? **Rangeland Ecology & Management**, v. 62, p. 418-427, 2009.

ILLIUS, A. W.; CLARK, D. A.; HODGSON, J. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. **Journal of Animal Ecology**, v. 61, p. 183-194, 1992.

JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing for grazing dairy cows. **Grass and Forage Science**, v. 34, n.1, p.69-77, 1979.

KIRCHNER, R.; SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; MIGLIORINI, F.; FONSECA, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2371-2379, 2010.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, State College. **Proceedings**. State College: Pennsylvania State College, 1952.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara, 1988.

OLIVEIRA NETO, R. A. **Distribuição espacial de touceiras em ambientes pastoris heterogêneos: padrões de exploração e ingestão de forragem por novilhas de corte**. 112 f. Tese. (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; DA SILVA, S. C.; MONTEIRO, A. L. G. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1014-1021, 2007.

PENNING, P.D. Some effects of sward conditions on grazing behavior and intake by sheep. In: Gudmundsson, O. (Ed.). **Grazing Research at Northern Latitudes**, 1, 1985, Hvanneyri. **Anais...**, 1986. p. 219-226.

PINTO, C. E.; CARVALHO, P. C. F.; FRIZZO, A.; FONTOURA JR, J. A. S.; NABINGER, C.; ROCHA, R. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 319-327, 2007.

POPPI, D. P.; HUGUES, J. P.; L'HUILLIER, P. J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A. M. (Ed.). **Feeding livestock on pasture**. New Zealand: Society of Animal Production, 1987. p. 55-63.

SOARES, A. B.; BERNARDON, A.; AIOLFI, R. B. Forage yield, rate of CO₂ assimilation, and quality of temperate annual forage species grown under artificial shading conditions. **Ciência Rural**, v.46, p. 1064-1069, 2016.

STOBBS, T. H. Automatic measurement of the grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pastures. **Tropical Grassland**, v.4, p.237-244, 1970.

SUGAMOSTO, M. L. **Uso de Técnicas de Geoprocessamento para Elaboração do Mapa de Aptidão Agrícola e Avaliação da Adequação de Uso do Centro de Estações Experimentais do Cangüiri, Município de Pinhais - Paraná.** 149 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

UNGAR, E. D. Ingestive behavior. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed). **The Ecology and Management of Grazing Systems.** Wallingford: CAB International, 1996. p. 185-218.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos climáticos de geada na região de Florianópolis. **Revista Árvore**, v. 27, p. 627-634, 2003.

WILSON, S. L.; KERLEY, G. I. H. Bite diameter selection by thicket browsers: the effect of body size and plant morphology on forage intake and quality. **Forest Ecology and Management**, v. 181, p. 51-65, 2003.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; CECON. P. R. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v.36, p.1540-1545, 2006.

3 CAPÍTULO III – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidente que os diferentes sistemas de produção promovem diferenças nos padrões de consumo dos bovinos. A diferença de oferta no sistema mais complexo acarretou em mudanças no comportamento ingestivo dos animais. Cabe ressaltar que o protocolo experimental do NITA possui definições específicas de manejo na condução do experimento, como por exemplo, a fixação de três animais por piquete como *testers* e o método de pastoreio contínuo. Desta forma, mesmo com a diminuição da altura do pasto, em alguns tratamentos, não foi possível diminuir a carga animal.

Individualmente, o fato de não ter sido realizada a colheita do milho não trouxe dificuldades ao estabelecimento das culturas de inverno, demonstrado pela aveia-preta cultivada no LP. Porém se incluirmos este fator em um nível de maior de complexidade, como é o caso do LPF, observamos que a maior inter-relação dos fatores trouxe barreiras estabelecimento da aveia-preta. A presença do componente arbóreo pode ter contribuído para a menor oferta neste tratamento, por outro lado esta foi favorável à permanência das espécies tropicais durante o período de inverno.

As modificações nas estratégias de consumo nos diferentes tratamentos ficaram claras durante as avaliações. Nos tratamentos com resíduo de lavoura (LP e LPF) notou-se que os animais, em um primeiro momento, faziam o consumo das forrageiras selecionando estruturas de fácil ingestão, e passado algum tempo, os animais aumentavam o número de passos entre as estações alimentares na procura de espigas de milho e despendiam tempo na manipulação para o consumo dos grãos. Nos demais tratamentos, como não havia espigas de milho, os animais procuravam as manchas de azevém recém brotado no final da refeição.

Os sistemas de produção contidos no NITA foram arquitetados em diferentes níveis de complexidade fornecendo parâmetros sobre a influência e interação dos componentes do sistema para melhor entendimento e manejo do SIPA. A sua localização em área de preservação ambiental traz desafios para o manejo e condução das atividades produtivas, porém nos mostra que a sustentabilidade produtiva é possível, e que as mais diferentes formas de vida

podem ser favorecidas quando se há respeito e comprometimento com a nossa missão.

4 CAPÍTULO IV - REFERÊNCIAS

AGREIL, C.; MEURET, M. An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. **Small Ruminant Research**, v. 54, p. 99-113, 2004.

ALVIM, F. B.; SOARES-FILHO, B.; MERRY, F. D.; AZEVEDO, H. S. O.; COSTA, W. L. S.; COE, M. T.; BATISTA, E. L. S.; MACIEL, T. G.; SHEEPERS, L. C.; OLIVEIRA, A. R.; RODRIGUES, H. O. **Cenários Para a Pecuária De Corte Amazônica**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2015.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 8, p. 221-278, 2013.

BAILEY, D. W.; GROSS, J. E.; LACA, E. A.; RITTENHOUSE, L.R.; COUGHENOUR, M. B.; SWIFT, D. M.; SIMS, P. L. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management**, v. 49, p. 386-400, 1996.

BAILEY, D. W. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Rangeland Ecology and Management**, v. 58, p.109-118, 2005.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R. B.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 10, p. 1721-1727, 2008.

BARROS, C. S. De.; DITTRICH, J. R.; MONTEIRO, A. L. G.; PINTO, S.; WARPECHOWSKI, M. B. Técnicas para estudos de consumo de alimentos por ruminantes em pastejo: revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, p. 5-24, 2010.

BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 15-28, 2000.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v. 111, p. 1-12, 2012.

BELOVSKY, G. E. Optimal foraging and community structure: implications for a guild of generalist grassland herbivores. **Oecologia**, v. 70, p. 35-52, 1986.

BERGEZ, J. E.; DALZIEL, A. J. I.; DULLER, C. Light modification in a developing silvopastoral system in the UK: a quantitative analysis. **Agroforestry Systems**, v.37, p. 227-240, 1997.

BOER, A. C.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, CARGNELUTTI-FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de

cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1269-1276, 2007.

BONITO, G. M.; COLEMAN, D. C.; HAINES, B. L.; CABRERA, M. L. Can nitrogen budgets explain differences in soil nitrogen mineralization rates of forest stands along an elevation gradient? **Forest Ecology and Management**, v.5991, p.1-12, 2002.

BONNET, O. J. F.; CEZIMBRA, I. M.; TISCHLER, M. R.; AZAMBUJA, J. C. R.; MEURET, M.; CARVALHO, P. C.F. Livestock selective behaviour in natural grasslands challenges the concept of plant preference in the elaboration of a successful diet. In: MICHALK, D. L.; MILLAR, G. D.; BADGER, W. B.; 66 BROADFOOT, K. M. Revitalising Grasslands to Sustain our Communities. **Proceedings...** International Grassland Congress, 22, Sydney, AU. 2013.

BONNET, O. J. F.; MEURET, M.; TISCHLER, M. R.; CEZIMBRA, I. M.; AZAMBUJA, J. C. R.; CARVALHO, P. C. F. Continuous bite monitoring: a method to assess the foraging dynamics of herbivores in natural grazing conditions. **Animal Production Science**, v. 55, p. 339-349, 2015.

BRASIL. Lei n 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 28 de maio de 2012, seção 1, p.1

BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – A Produção Sustentável**. Brasília: Embrapa, 2012.

BURRITT, E. A.; PROVENZA, F. D. Role of toxins in intake of varied diets by sheep. **Journal of Chemical Ecology**, v. 26, p. 1991-2005, 2000.

CARBONIERI, J.; MORAIS, H.; REIS, H. A. N. Geada e sistema silvipastoril no norte do Paraná. In: Simpósio Internacional de Arborização de pastagens em regiões subtropicais, 1, 2013, Colombo. **Anais**. Embrapa Florestas. 2013.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G. S.; FRAZAO, L. A.; CERRI, E. C.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C. Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gases emissions in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 183, p. 167-175, 2014.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JR., B. A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 213-218, 1997.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E.D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; TERRA LOPES, M. L.; SILVA, J. L. S.;

CONTE, O.; LIMA WESP, C.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 88, p. 259-273, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; SILVA, F. D.; BARTH NETO, A.; SAVIAN, J. V.; PFEIFER, F. M.; TISCHLER, M. R.; ANGHINONI, I. Experiências de Integração Lavoura-pecuária no Rio Grande do Sul. In: Encontro de Integração Lavoura-pecuária no Sul do Brasil, 3, 2011, Pato Branco. **Anais... Synergismus scyentifica UTFPR**. 2011, v.06

CARVALHO, P. C. F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, v. 120, p. 158-162, 2009.

CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? **Tropical Grasslands**, v. 1, p. 137-155, 2013a.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de Ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: CECATO, U.; JOBIM, C. C. **Manejo Sustentável em Pastagem**. Maringá-PR: UEM, 2005, v. 1, p. 1-20.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. **Anais... MATTOS, Wilson Roberto Soares. (Org.)** 2001, v. 1, p. 853-871

CARVALHO, P. C. F.; KOZLOSKI, G. V.; RIBEIRO FILHO, H. M. N. R.; REFFATTI, M. V.; GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007a.

CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R. S.; MACARI, S.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; SULC, R. M. (Org.). **International Symposium on Integrated Livestock Systems**. Curitiba: UFPR, 2007b.

CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L. Comportamento ingestivo de animais em pastejo. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Viçosa: UFV, 2013b, p. 524-541.

CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; MEZZALIRA, J. C.; POLI, C. H. E. C.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; GONDA, H. L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multi-

funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, p.109-122, 2009.

CECAGNO D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; REICHERT, J. M.; GUBIANI, P. I.; BALERINI, F.; FINK, J. R.; CARVALHO, P. C. F. Least limiting water range and soybean yield in a long-term, no-till, integrated crop-livestock system under different grazing intensities. **Soil and Tillage Research**, v. 156, p. 54-62, 2016.

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

COMBELLAS, J.; HODGSON, J. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows 1. The effects of variation in herbage mass and daily herbage allowance on short term trial. **Grass and Forage Science**, v. 34, p. 209-214, 1979.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFSRS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004.

CORTÉS, C.; DAMASCENO, J. C.; JAMOT, J.; PRACHE, S. Ewes increase their intake when offered a choice of herbage species at pasture. **Animal Science**, v. 82, p. 183-191, 2006.

COSGROVE, G. P. Grazing behaviour and forage intake. In: Simpósio Internacional sobre produção animal em pastejo, 1997, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 1997, p. 59-80.

DA SILVA, F. D.; AMADO, T. J. C.; BREDEMEIER, C.; BREMM, C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. Pasture grazing intensity and presence or absence of cattle dung input and its relationships to soybean nutrition and yield in integrated crop–livestock systems under no-till. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 84-91, 2014.

DAVINIC, M.; MOORE-KUCERA, J.; ACOSTA-MARTÍNEZ, V.; ZACK, J.; ALLEN, V. Soil fungal distribution and functionality as affected by grazing and vegetation components of integrated crop–livestock agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, v. 66, p. 61-70, 2013.

FAÍSCA, L. D. **Impacto dos sistemas de terminação de cordeiros a pasto sobre o comportamento ingestivo e a seleção alimentar**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

FELDHAKE, C. M. Microclimate of a natural pasture under planted *Robinia pseudoacacia* in central Appalachia, West Virginia. **Agroforestry Systems**, v. 53, p. 297-303, 2001

FENG, C.; DING, S.; ZHANG, T.; LI, Z.; WANG, D.; WANG, L.; LIU, C.; SUN, J.; PENG, F. High plant diversity stimulates foraging motivation in grazing herbivores. **Basic and Applied Ecology**, v. 17, p. 43-51, 2015.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; PAULINO, M. P.; VALADARES, R. F. D.; Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1568-1573, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). An International Consultation on Integrated Crop-Livestock Systems: The Way Forward for Sustainable Production Intensification. *Integrated Crop Management*, v. 13, 2010

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Tropical Crop-livestock Systems in Conservation Agriculture: The Brazilian Experience**. Roma: FAO, 2007.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Crop and cattle production responses to tillage and cover crop management in an integrated crop–livestock system in the southeastern USA. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 62-70, 2014.

FRANZLUEBBERS, A. J.; SULC, R. M.; RUSSELLE, M. P. Opportunities and challenge for integrating North-American crop and livestock systems. In: LEMAIRE, G., HODGSON, J., CHABBI, A. **Grassland Productivity and Ecosystem Services**, CAB Int., Wallingford, UK, p. 208-218, 2011.

FREIDRICH, T. Sustainable crop production intensification and the global development of conservation agriculture: The FAO's view. In: CROP WORLD CONGRESS & EXHIBITION, Londres, 2010. **Proceedings...** Londres, FAO, 2010.

GARCEZ NETO, A. F.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, 2010.

GARCÍA-PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; SIRI-PRIETO, G.; TERRA, J.A. Integrating no-till into crop–pasture rotations in Uruguay. **Soil and Tillage Research**, v. 77, p. 1-13, 2004.

GIBB, M. Animal grazing/intake terminology and definitions. In: Pasture ecology and animal intake, 3, 1996, Dublin. **Proceedings...** Dublin: p. 21-37, 1996.

GIL, J. D. B.; GARRETT, R.; BERGER, T. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels. **Land Use Policy**, v. 59, p. 557-568, 2016.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop–livestock–forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 199, p. 394-406, 2015.

GINANE, C.; BAUMONT, R.; LASSALAS, J.; PETIT, M. Feeding behaviour and intake of heifers fed on hays of various quality, offered alone or in a choice situation. **Animal Research**, v. 51, p. 177-188, 2002.

GINANE, C.; BAUMONT, R.; FAVREAU-PEIGNÉ, A. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. **Physiology & Behavior**, v. 104, p. 666-674, 2011.

GINANE, C.; BONNET, M.; BAUMONT, R.; REVELL, D. K. Feeding behaviour in ruminants: a consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. **Animal Production Science**, v. 55, p. 247-260, 2015.

GONTIJO NETO, M. M.; EUCLIDES, V. B. P.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; MIRANDA, L. F.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, M. P. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.60-66, 2006.

GRIFFITHS, W. M.; HODGSON, J.; ARNOLD, G. C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. **Grass and Forage Science**, v. 58, p. 112-124, 2003.

HILL, J.; CHAPMAN, D. F.; COSGROVE, G. P.; PARSONS, A. J. Do Ruminants Alter Their Preference for Pasture Species in Response to the Synchronization of Delivery and Release of Nutrients? **Rangeland Ecology & Management**, v. 62, p. 418-427, 2009.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 1990.

ILLIUS, A. W.; CLARK, D. A.; HODGSON, J. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. **Journal of Animal Ecology**, v. 61, p. 183-194, 1992.

JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing for grazing dairy cows. **Grass and Forage Science**, v. 34, n.1, p.69-77, 1979.

KIRCHNER, R.; SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; MIGLIORINI, F.; FONSECA, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2371-2379, 2010.

KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; NUNES, P. A. A.; SCHUSTER, M. Z.; COSTA, S. E. V. G. A.; BAGGIO, C.; SILVA, F. D.; LOPES, M. L. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; SOUZA FILHO, W.; WESP, C. L.; ROCHA, L. M.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; Fase Pastagem. In: MARTINS, A. P.; KUNRATH, T. R.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica RJR, 2015. p.102.

LACA, E. A.; ORTEGA, I. M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: International Rangeland Congress , 5, 1995, Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City, p. 129-132, 1995.

LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; SELIGMAN, N. G.; DEMMENT, M. W. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. **Grass and Forage Science**, v. 47, p. 91-102, 1992.

LAUNCHBAUGH, K. L., HOWERY, L. D. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. **Rangeland Ecology and Management**, v. 58, p. 99-108, 2005.

LEMAIRE, G.; BENOIT, M.; VERTÈS, F. Rechercher de nouvelles organisations à l'échelle d'un territoire pour concilier autonomie protéique et préservation de l'environnement. **Fourrages**, v. 175, p. 303-318, 2003.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Ed.). **The Ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality.. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 4-8, 2014.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v. 53, p. 269-281, 2001.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v. 44, p. 109-119, 1999.

LONGO, T. R. Avaliação de marcadores externos e internos para estimar a excreção fecal e consumo em ovinos alimentados com pastagem natural ou feno de Tifton 85. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MARSH, K. J.; WALLIS, I. R.; MCLEAN, S.; SORENSEN, J. S.; FOLEY, W. J. Conflicting demands on detoxification pathways influence how common brushtail possums choose their diets. **Ecology**, v. 87, p. 2103-2112, 2006.

MELONI, S. A simplified description of the three-dimensional structure of agroforestry trees for use with a radiative transfer model. **Agroforestry Systems**, v. 43, p. 121-134, 1999.

MEURET, M.; PROVENZA, F. How French shepherds create meal sequences to stimulate intake and optimise use of forage diversity on rangeland. **Animal Production Science**. v. 55, p. 309-318, 2015.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R. Integrated Crop-Livestock Systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v. 57 p. 4-9, 2014.

MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; CANGIANO, C.; GONDA, H. L.; LACA, E. A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behavior Science**, v. 153, p. 1-9, 2014.

MILNE, J. A., HODGSON, J., THOMPSON, R., SOUTER, W. G., BARTHAM, G. T. The diet ingested by sheep grazing swards differing in white clover and perennial ryegrass content. **Grass and Forage Science**, v. 37, p. 209-218, 1982.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B.C.; BALBINOT JUNIOR, A.; LANG, C. R.; ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A.; PIVA, J. T.; SCHUSTER, M. Z.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P. Avanços técnico-científicos em SIPA no subtropico brasileiro. In: Congresso brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, 1, 2017, Cascavel. **Anais...** Pato Branco: UTFPR, 2017. p.102-124.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, State College. **Proceedings**. State College: Pennsylvania State College, 1952.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara, 1988.

OLIVEIRA NETO, R. A. **Distribuição espacial de touceiras em ambientes pastoris heterogêneos**: padrões de exploração e ingestão de forragem por novilhas de corte. 112 f. Tese. (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PAIN S.; FRANKLIN-MCEVOY J.; COX, A.; REVELL, D. K. The odour profile of feedstuffs as modulators of feed preference. **Recent Advances in Animal Nutrition – Australia**, v.15, p. 229-236, 2005.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; DA SILVA, S. C.; MONTEIRO, A. L. G. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1014-1021, 2007.

PÁSCOA, A. G.; COSTA, M. J. R. P. Aplicação dos sistemas de informação geográfica para definição de estratégias de manejo de bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, 2007.

PENNING, P. D.; PARSONS, A. J.; NEWMAN, J. A.; ORR, R. J.; HARVEY, A. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 476-486, 1994.

PENNING, P. D. Some effects of sward conditions on grazing behavior and intake by sheep. In: Gudmundsson, O. (Ed.). *Grazing Research at Northern Latitudes*, 1, 1985, Hvanneyri. **Anais...**, 1986. p. 219-226.

PINTO, C. E.; CARVALHO, P. C. F.; FRIZZO, A.; FONTOURA JR, J. A. S.; NABINGER, C.; ROCHA, R. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 319-327, 2007.

POPPI, D. P.; HUGUES, J. P.; L'HUILLIER, P. J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A. M. (Ed.). **Feeding livestock on pasture**. New Zealand: Society of Animal Production, 1987. p. 55-63.

PROVENZA, F. D. **Foraging Behavior: Managing to Survive in a World of change**. Behavioral Principles for Human, Animal, Vegetation and Ecosystem Management. Utah State University. Department of Forest, Range, and Wildlife Sciences. Utah, EUA. 63 p. 2003.

PROVENZA, F. D. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. **Journal of Range Management**, v. 48, p. 2-17, 1995.

RALPHS, M. H.; PROVENZA, F. D.; WIEDMEIER, R. D.; BUNDERSON, F. B. Effects of energy source and food flavour on conditioned preferences in sheep. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1651-1657, 1995.

REID, J. T. El valor relativo de los resultados agronómicas y con animales en investigaciones sobre pasturas. In: *Empleo De Animales En Las Investigaciones Sobre Pasturas*, 1964, La Estanzuela. **Anais...** Montevideo: Osvaldo Paladines, 1966, p.31-60.

o'REAGAIN, P. J., MENTIS, M. T. The effect of plant structure on the acceptability of different grass species to cattle. **Journal of Grassland Society of South Africa**, v.6, p.163-170, 1989.

RUYLE, G. B., DWYER, D. D. Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. **Journal of Animal Science**, v. 61, p. 349-353, 1985.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENCO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward asustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANTANA JR, H. A.; MENDES, F. B. L.; CARDOSO, E. O.; ABREU FILHO, G. Captura de forragem por bovinos: Tamanho e taxa de bocado X Dossel forrageiro. **PUBVET**, v. 3, n. 18, 2009.

SANTOS, G. R. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, M. J. A.; PEREIRA, V. L. A. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1876-1883, 2008.

SENFT, R. L.; COUGHENOUR, M. B.; BAILEY, D. W.; RITTENHOUSE, L. R.; SALA, O. E.; SWIFT, D. M. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. **BioScience**, v. 37 p. 789-799, 1987.

SOARES, A. B.; BERNARDON, A.; AIOLFI, R. B. Forage yield, rate of CO₂ assimilation, and quality of temperate annual forage species grown under artificial shading conditions. **Ciência Rural**, v.46, p. 1064-1069, 2016.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, 2009.

STOBBS, T. H. Automatic measurement of the grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pastures. **Tropical Grassland**, v.4, p.237-244, 1970.

SUGAMOSTO, M. L. **Uso de Técnicas de Geoprocessamento para Elaboração do Mapa de Aptidão Agrícola e Avaliação da Adequação de Uso do Centro de Estações Experimentais do Cangüiri, Município de Pinhais - Paraná.** 149 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

TEKLEHAIMANOT, Z.; JONES, M.; SINCLAIR, F. L. Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in a silvopastoral system in North Wales, UK. **Agroforestry Systems**, v.56, p.47-55, 2002.

THORNTON, P. K.; HERRERO, M. Adapting to climate change in the mixed crop and livestock farming systems in sub-Saharan Africa. **Nature Climate Change**, v. 5, p. 830-836, 2015.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671-677, 2002.

TREVISAN, N. B.; SANTOS, E. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de bezerras em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1543-1548, 2004.

UNGAR, E. D. Ingestive behavior. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed). **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 185-218.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos climáticos de geada na região de Florianópolis. **Revista Árvore**, v. 27, p. 627-634, 2003.

WANG, L.; WANG, D. L.; HE, Z. B.; LIU, G. F.; HODGKINSON, K. C. Mechanisms linking plant species richness to foraging of a large herbivore. **Journal of Applied Ecology**, v. 47, p. 868-875, 2010.

WILSON, S. L.; KERLEY, G. I. H. Bite diameter selection by thicket browsers: the effect of body size and plant morphology on forage intake and quality. **Forest Ecology and Management**, v. 181, p. 51-65, 2003.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v.36, p.1540-1545, 2006.

APÊNDICES

- APÊNDICE 1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA AVEIA-PRETA NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR..... 73
- APÊNDICE 2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO AZEVÉM NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR..... 73
- APÊNDICE 3 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ÁRIES NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR..... 73
- APÊNDICE 4 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO MILHO GERMINADO NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR..... 73
- APÊNDICE 5 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE OUTRAS FORRAGEIRAS NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR..... 74
- APÊNDICE 6 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO CONSUMO (g de MS) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR. 74
- APÊNDICE 7 - ANÁLISE DE VARÂNCIA DA TAXA DE BOCADOS (Nº DE BOCADOS.MIN¹) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR..... 74
- APÊNDICE 8 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA TAXA DE CONSUMO (g DE MS.MIN⁻¹) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR. 75
- APÊNDICE 9 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA MASSA DE BOCADOS (g) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR. 75
- APÊNDICE 10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA MASSA DE BOCADOS (g) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR. 75
- APÊNDICE 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE BOCADOS PASTEJO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR..... 76
- APÊNDICE 12 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE BOCADOS REPASTEJO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR..... 76

APÊNDICE 13 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE RUMINAÇÃO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.....	76
APÊNDICE 14 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE ÓCIO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.	77
APÊNDICE 15 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE OUTRAS ATIVIDADES (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.....	77
APÊNDICE 16 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA NÚMERO DE TIPOS DE BOCADOS DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.	77

APÊNDICE 1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA AVEIA-PRETA NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	0,1360	0,0680	4,2863	0,0268	*
Tratamento	3	0,4310	0,1437	9,0557	0,0004	***
Época	2	0,4063	0,2031	12,8054	0,0002	***
Tratamento x Época	6	0,1162	0,0194	1,2208	0,3333	
Resíduo	22	0,3490	0,0159			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO AZEVÉM NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	0,3201	0,1600	8,5967	0,0017	**
Tratamento	3	0,0323	0,0108	0,5791	0,6349	
Época	2	0,0840	0,0420	2,2553	0,1285	
Tratamento x Época	6	0,0664	0,0111	0,5946	0,7313	
Resíduo	22	0,4095	0,0186			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 3 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ÁRIES NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	0,7951	0,3976	7,8249	0,002712	**
Tratamento	3	1,9710	0,6570	12,9313	4,407 ⁻⁵	***
Época	2	0,3079	0,1540	3,0302	0,068806	.
Tratamento x Época	6	0,2057	0,0343	0,6748	0,671232	
Resíduo	22	1,1178	0,0508			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 4 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO MILHO GERMINADO NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	47061	23530	0,9992	0,38426	
Tratamento	3	345114	115038	4,8852	0,009432	**
Época	2	188712	94356	4,0070	0,032817	*
Tratamento x Época	6	313850	52308	2,2213	0,079433	.
Resíduo	22	518057	23548			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 5 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE OUTRAS FORRAGEIRAS NA COMPOSIÇÃO DO DOSSEL DA PASTAGEM, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p
-------------------	-----------------	-----------------	-----------------	---	---

Bloco	2	46,1190	23,0597	2,3110	0,1227
Tratamento	3	56,0790	18,6930	1,8734	0,1636
Época	2	16,5870	8,2935	0,8312	0,4488
Tratamento x Época	6	30,6200	5,1034	0,5115	0,7932
Resíduo	22	219,5200	9,9782		

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1
(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 6 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO CONSUMO (g de MS) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p
Bloco	2	79,1	39,54	0,083	0,92049
Tratamento	3	3299,7	1099,91	2,3085	0,08888
Época	2	2,8	1,38	0,0029	0,99712
Período	1	1434,3	1434,27	3,0103	0,08943
Tratamento x Época	6	2179,6	363,27	0,7624	0,60312
Tratamento x Período	3	1083,3	361,09	0,7579	0,52353
Época x Período	2	2059,9	1029,95	2,1617	0,12669
Tratamento x Época x Período	6	1079	179,84	0,3774	0,88961
Resíduo	46	21917,1	476,46		

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1
(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 7 - ANÁLISE DE VARÂNCIA DA TAXA DE BOCADOS (Nº DE BOCADOS.MIN¹) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p
Bloco	2	0,1005	0,0503	0,8207	0,4465
Tratamento	3	1,9097	0,6366	10,3919	2,44 ⁻⁵ ***
Época	2	2,0618	1,0309	16,8289	3,28 ⁻⁶ ***
Período	1	0,0881	0,0881	1,4388	0,2365
Tratamento x Época	6	0,2127	0,0354	0,5786	0,7454
Tratamento x Período	3	0,0205	0,0068	0,1117	0,9528
Época x Período	2	0,0233	0,0116	0,1900	0,8276
Tratamento x Época x Período	6	0,2873	0,0479	0,7816	0,5887
Resíduo	46	2,8178	0,0613		

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1
(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 8 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA TAXA DE CONSUMO (g DE MS.MIN⁻¹) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p
Bloco	2	1,2940	0,6468	0,4527	0,63871
Tratamento	3	12,0470	4,0157	2,8108	0,04977 *

Época	2	0,1730	0,0863	0,0604	0,94147
Período	1	0,0100	0,0099	0,0069	0,93417
Tratamento x Época	6	6,8790	1,1466	0,8026	0,57307
Tratamento x Período	3	0,3730	0,1244	0,0871	0,96678
Época x Período	2	1,3690	0,6843	0,4790	0,62248
Tratamento x Época x Período	6	5,2660	0,8776	0,6143	0,71767
Resíduo	46	65,7170	1,4286		

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 9 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA MASSA DE BOCADOS (g) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	0,0663	0,0332	1,1632	0,3215	
Tratamento	3	0,5892	0,1964	6,8875	0,0006	***
Época	2	0,1320	0,0660	2,3143	0,1102	
Período	1	0,0191	0,0191	0,6700	0,4173	
Tratamento x Época	6	0,2571	0,0428	1,5026	0,1986	
Tratamento x Período	3	0,0072	0,0024	0,0838	0,9686	
Época x Período	2	0,0202	0,0101	0,3541	0,7037	
Tratamento x Época x Período	6	0,1238	0,0206	0,7237	0,6327	
Resíduo	46	1,3117	0,0285			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE PASTEJO EFETIVO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	40727	20363	6,4370	0,003429	**
Tratamento	3	78961	26320	8,3200	0,000158	***
Época	2	442	221	0,0699	0,932615	
Período	1	83170	83170	26,2906	5,725 ⁻⁶	***
Tratamento x Época	6	34361	5727	1,8103	0,118005	
Tratamento x Período	3	51741	17247	5,4518	0,00272	**
Época x Período	2	23946	11973	3,7847	0,030084	*
Tratamento x Época x Período	6	5052	842	0,2662	0,949874	
Resíduo	46	145521	3163			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE BOCADOS PASTEJO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	27,0190	13,5090	2,9341	0,0632	.
Tratamento	3	97,4200	32,4730	7,0529	0,0005	***
Época	2	87,9300	43,9650	9,5487	0,0003	***

Período	1	37,4420	37,4420	8,1322	0,0065	**
Tratamento x Época	6	31,0740	5,1790	1,1248	0,3630	
Tratamento x Período	3	25,1020	8,3670	1,8173	0,1572	
Época x Período	2	22,3350	11,1670	2,4255	0,0997	.
Tratamento x Época x Período	6	7,4200	1,2370	0,2686	0,9488	
Resíduo	46	211,7960	4,6040			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 12 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE BOCADOS REPASTEJO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	5,3590	2,6794	2,3134	0,110327	
Tratamento	3	18,0680	6,0227	5,1999	0,003546	**
Época	2	50,8360	25,4179	21,9456	2,032 ⁻⁷	***
Período	1	20,7390	20,7390	17,9059	0,00011	***
Tratamento x Época	6	16,2430	2,7071	2,3373	0,047118	*
Tratamento x Período	3	1,9350	0,6451	0,5570	0,646086	
Época x Período	2	5,7620	2,8809	2,4874	0,094248	.
Tratamento x Época x Período	6	8,6320	1,4386	1,2421	0,302799	
Resíduo	46	53,2780	1,1582			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 13 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE RUMINAÇÃO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	8,2022	4,1011	7,9985	0,0010	**
Tratamento	3	2,1176	0,7059	1,3767	0,2618	
Época	2	2,4433	1,2216	2,3826	0,1036	
Período	1	2,7429	2,7429	5,3497	0,0253	*
Tratamento x Época	6	3,5132	0,5855	1,1420	0,3537	
Tratamento x Período	3	4,2571	1,4190	2,7676	0,0523	.
Época x Período	2	0,1949	0,0975	0,1901	0,8275	
Tratamento x Época x Período	6	0,6461	0,1077	0,2100	0,9719	
Resíduo	46	23,5857	0,5127			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 14 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE ÓCIO (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	54,7310	27,3650	9,4979	0,0004	***
Tratamento	3	172,8830	57,6280	20,0012	1,926 ⁻⁸	***
Época	2	7,4070	3,7030	1,2854	0,2863	

Período	1	22,8890	22,8890	7,9444	0,0071	**
Tratamento x Época	6	70,5640	11,7610	4,0819	0,0023	**
Tratamento x Período	3	8,4920	2,8310	0,9825	0,4093	
Época x Período	2	23,9810	11,9900	4,1616	0,0218	*
Tratamento x Época x Período	6	13,8770	2,3130	0,8027	0,5729	
Resíduo	46	132,5360	2,8810			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 15 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA TEMPO DE OUTRAS ATIVIDADES (MIN) DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	0,0880	0,0439	0,0292	0,9712	
Tratamento	3	10,1490	3,3832	2,2526	0,0948	.
Época	2	17,6620	8,8309	5,8799	0,0053	**
Período	1	0,4420	0,4416	0,2940	0,5903	
Tratamento x Época	6	10,4330	1,7389	1,1578	0,3452	
Tratamento x Período	3	7,0380	2,3459	1,5620	0,2114	
Época x Período	2	2,3440	1,1721	0,7804	0,4642	
Tratamento x Época x Período	6	0,9320	0,1553	0,1034	0,9956	
Resíduo	46	69,0870	1,5019			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 16 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA NÚMERO DE TIPOS DE BOCADOS DE BOVINOS EM PASTEJO, EXPERIMENTO DO NITA UFPR.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL ¹	SQ ²	QM ³	F	p	
Bloco	2	196,5300	98,2600	2,0944	0,134738	
Tratamento	3	565,4600	188,4900	4,0173	0,012757	*
Época	2	835,4300	417,7100	8,9030	0,000539	***
Período	1	234,3700	234,3700	4,9954	0,030313	*
Tratamento x Época	6	163,8700	27,3100	0,5821	0,742646	
Tratamento x Período	3	43,9300	14,6400	0,3121	0,816522	
Época x Período	2	303,8800	151,9400	3,2384	0,048327	*
Tratamento x Época x Período	6	210,9800	35,1600	0,7495	0,612965	
Resíduo	46	2158,2500	46,9200			

NOTA: Códigos de significância: (***) 0,001; (**) 0,01; (*) 0,05; (.) 0,1

(1) Graus de Liberdade; (2) Soma de Quadrados; (3) Quadrado Médio.