

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

POTENCIAL DO USO DA BIOACÚSTICA PARA
AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO EM
BOVINOS DE CORTE

Discente: Alan da Silva Arguelho

Aquidauana - MS
Agosto/2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

POTENCIAL DO USO DA BIOACÚSTICA PARA
AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO EM
BOVINOS DE CORTE

Discente: Alan da Silva Arguelho
Orientador: Prof. Dr. Pedro Nelson Cesar do Amaral
Co-orientadora: Dra. Fabiana Villa Alves

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana - MS
Agosto/2017

A742p Arguelho, Alan da Silva

Potencial do uso da bioacústica para avaliação do comportamento ingestivo em bovinos de corte /Alan da Silva Arguelho. Aquidauana, MS: UEMS, 2017.

49 p. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária Aquidauana, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Nelson Cesar do Amaral.

1. Bovino – comportamento. 2. Animais – produção. 3. Animais – comportamento. I. Amaral, Pedro Nelson Cesar. II. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 23.ed. 636.2



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
PRODUÇÃO ANIMAL NO CERRADO-PANTANAL



ALAN DA SILVA ARGUELHO

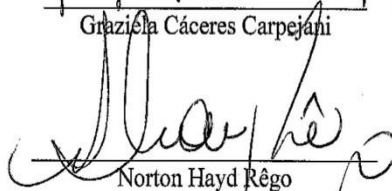
Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/08/2017.


Pedro Nelson Cesar do Amaral

Fabiana Villa Alves


Graziela Cáceres Carpejani


Norton Hayd Régio

Dedico este trabalho aos meus pais, Angélica e Vicente, pelo amor, apoio e principalmente por acreditarem sempre em meu potencial, fundamentais para minha formação e alcance das minhas conquistas, que também são suas.

A minha avó (*In memoriam*) que amo tanto e sempre me deu forças e me fez acreditar, hoje caminhamos em planos diferentes.

A meus sobrinhos que são motivo pelo qual sempre me fez acreditar e querer chegar aonde cheguei.

A minha irmã Laura pelo apoio.

Ao meu grande amigo Douglas Marim Goulart (*In memoriam*) esteja onde estiver.

A todas as pessoas que de forma direta e indireta colaboraram pra até aqui chegar.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu mentor espiritual que sempre me orientou a fazer o que é certo independente do que as pessoas iriam pensar.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, que estiveram ao meu lado, em todos os momentos da minha vida, mesmo estando fisicamente distantes se fizeram presente em vibrações positivas.

Ao meu orientador Dr. Pedro Nelson Cesar do Amaral primeiramente pela amizade, por ter aceitado me orientar, pelos conselhos passados, por não medir esforços quando se fez necessário falar algo que agregou e muito na minha evolução como pessoa e profissional. Pelas horas de prosas, horas essas que foram muitas, principalmente pelos conhecimentos adquiridos.

A minha co-orientadora Dra. Fabiana Villa Alves por ter me recebido e aceitado como orientado, pela confiança depositada. Pela riqueza científica cultural e pessoal. Pela sabedoria e dicas no decorrer desta caminhada.

Ao professor Dr. Júlio Kuhn da Trindade pelo auxílio na montagem e operação dos equipamentos.

A professora Dra. Graziela Cáceres Carpejani pela contribuição e paciência para comigo.

Aos professores Dr. Erlandson Ferreira Saraiva e Valdomiro Piedade Viegas do INMA/UFMS pelo grande auxílio na estatística.

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, pela oportunidade de qualificação profissional.

A Embrapa Gado de Corte pelo espaço para execução da fase experimental.

Aos funcionários da Embrapa Gado de Corte, Odivaldo, Paulino e a todos campeiros pela disposição em ajudar.

Aquela que é a “riqueza da Biana”, que compõe a “Dupla eficiência”, que é o par de “O Magro & o Magro”... Denise, sempre tive a confiança que poderia contar com seu apoio durante os experimentos e, agora, além de

reconhecer e agradecer por isso, gostaria de agradecer pela paciência, pelas brincadeiras, delicadeza, “Finézi” e, acima de tudo, pelo respeito, carinho e dedicação para comigo!

Aos colegas de pesquisa, estagiários, bolsistas Carol, Ariadne, Junior, Camilla, Bruna, Juliana Mara, Ronaildo, Sabrina, Giovana.

Aos meus colegas do Grupo GECON, Danielly, Juliana, Ormir, Kim, Anderson, pelos bons momentos de convivência e por toda ajuda que tive durante essa etapa de vida.

Aos professores, funcionários e colegas da Pós-Graduação em Zootecnia da UEMS, os quais ajudaram no meu crescimento profissional e pessoal.

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela concessão da bolsa de apoio a pesquisa durante o período de mestrado, a qual merece minha total gratidão, ao CNPq e a Capes.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	11
1. - INTRODUÇÃO.....	11
2. – COMPORTAMENTO INGESTIVO.....	13
2.1 – AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS..	15
2.2. – OBSERVAÇÃO VISUAL.....	17
2.2.1 – BIOACUSTICA.....	17
3. – OBJETIVOS.....	23
3.1. - OBJETIVO GERAL.....	23
3.1.- OBJETIVO ESPECÍFICO.....	23
4 – REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO 2 – BIOACÚSTICA PARA A AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS NELORE EM PANICUM MAXIMUM cv. BRS MASSAI.....	34
RESUMO.....	34
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	44
CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

- Tabela 1** - Tempos médios das atividades de pastejo (P), ruminação (R) e outras atividades (O), conforme o método de avaliação (em minutos) durante o período experimental..... 41
- Tabela 2** - Estatísticas descritivas para o método visual e acústico, em media por hora para as variáveis pastejo (P), ruminação (R) e outras atividades (O) durante o período experimental..... 41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais metodologias para avaliação de comportamento ingestivo em bovinos.....	16
ARTIGO I	
Figura 1 – QQ-plot coeficiente de correlação linear da amostra.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos utilizando a técnica de bioacústica em ruminantes no Brasil.....	20
Quadro 2 - Comparativo entre os métodos visual e acústico na avaliação do comportamento ingestivo de bovinos a pasto.....	21

RESUMO

Uma das ferramentas utilizadas em sistemas pecuários extensivos é o comportamento ingestivo, por meio do qual é possível determinar, em um período de tempo pré-estabelecido, os mecanismos de busca, seleção, desfolhamento e consumo da forragem. Objetivou-se comparar a técnica de bioacústica em relação à observação visual para a avaliação de comportamento ingestivo diurno, em bovinos de corte, em pastagens de *Panicum maximum* cv. BRS massai. Os animais foram monitorados das 6h00 às 16h00 (GMT+4h00). Realizou-se observação visual de atividades comportamentais (pastejo, ruminação e outras atividades), em intervalos de 10 minutos. Simultaneamente os mesmos animais foram equipados com gravador de áudio e microfone para a obtenção dos registros sonoros. Não houve diferença estatística significativa entre os tempos médios, em minutos, das atividades de pastejo, ruminação e outras atividades obtidas pelo método acústico (25,21; 2,94; 31,84) e visual (25,14; 5,93; 30,71), respectivamente. Conclui-se que a bioacústica pode ser empregada para avaliar as atividades de comportamento ingestivo de bovinos com resultados semelhantes ao método visual. Portanto, levanta uma grande preocupação sobre as formas de avaliar o comportamento ingestivo de bovinos de corte em sistemas integrados de produção e a necessidade de realizar estudos comparando técnicas de avaliação do comportamento ingestivo de bovinos complementando as ferramentas atualmente utilizadas.

Palavras-chave: bem-estar animal, método acústico, pastejo, ruminação

ABSTRACT

Abstract - To understand the environment-animal relations, it is imperative to know how the half-liquid in the different physiological, metabolic and behavioral mechanisms of each species. One of the techniques in extensive livestock systems and the study of ingestive behavior, through which it is determined, for a pre-established period, in the mechanisms of search, selection, defoliation and forage consumption. The objective of this study was to validate the potential of bioacoustics for the evaluation of diurnal ingestion behavior in beef cattle in *Panicum maximum* cv. BRS Massai. The study occurred in September 2016, the animals were monitored from 6:00 a.m. to 4:00 p.m. (GMT + 4:00 p.m.). Visual observation of practiced activities (grazing, rumination and other activities) was carried out at 10-minute intervals. Each animal was equipped with an audio recorder and microphone to obtain the sound records. There was no statistically significant difference between the mean time in minutes of grazing, rumination and other activities obtained by acoustic (25.21, 2.94, 31.84) and visual (25.14, 5.93; 30.71), respectively. It is concluded that bioacoustics can be used to evaluate how activities of ingestive behavior of cattle with results appear to the visual method. Therefore, it raises a great concern about the ways to evaluate the ingestive behavior of beef cattle in integrated systems of production and the need to carry out studies comparing techniques of evaluation of the ingestive behavior of cattle complementing the tools currently used.

Keywords: animal welfare, grazing, methods acoustic, rumination

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Para entendimento das relações ambiente-animal é imprescindível conhecer como o meio influencia os diferentes mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais de cada espécie (MEZZALIRA et al., 2011). Uma das ferramentas utilizadas em sistemas pecuários extensivos é o comportamento ingestivo, por meio do qual é possível determinar, em um período de tempo pré-estabelecido, os mecanismos de busca, seleção, desfolhamento e consumo da forragem (CARVALHO et al., 2013). Estes, de fato, podem auxiliar na inferência sobre aspectos relacionados ao bem-estar animal e no que diz respeito à nutrição, à qualidade do ambiente de pastejo, entre outros (CARVALHO et al., 2006).

Existem várias técnicas, dispositivos e sistemas automatizados para monitorar o comportamento ingestivo, entre eles os Vibracorders, APEC, Medilog, Ethosys, GIS/GPS, IGER Behaviour Recorder, e mais recentemente, os gravadores acústicos (CARVALHO et al., 2007) para a mensuração de padrões nictemerais de animais domésticos e em cativeiro. Dentre essas técnicas, a bioacústica é a mais utilizada por ser de fácil manuseio e de baixo-custo.

Entretanto, o uso em bovinos de corte, principalmente a pasto, apresenta limitações que tornam o processo exaustivo e impreciso, o que afeta a qualidade dos dados devido áreas de observação extensas, necessidade de muitos avaliadores, erros de parcialidade na avaliação, necessidade de atenção constante do observador e dificuldade em fazer avaliações noturnas (MEZZALIRA et al., 2011).

Tem aumentado a busca por novas tecnologias para incrementar a capacidade de pesquisa em coletar dados relacionados ao comportamento ingestivo de animais em pastejo (CARVALHO et al., 2009). Dentre estas, a bioacústica surge então como uma metodologia que potencialmente pode solucionar as deficiências apresentadas pela observação visual, principalmente

em relação às mensurações noturnas e precisão, independente da localização e posição dos equipamentos no animal (TRINDADE et al., 2011). Ainda, são escassos os estudos que utilizam esta técnica para bovinos de corte em pastagens cultivadas (VOLPI, 2017), por isso mais pesquisas precisam ser feitas para maior consistência do método.

Objetivou-se comparar o potencial da técnica bioacústica, em relação à observação a visual, para avaliação do comportamento ingestivo diurno de bovinos de corte em pastagens de *Panicum maximum* cv. BRS Massai.

2. COMPORTAMENTO INGESTIVO

Bovinos normalmente alternam suas atividades diárias em períodos de pastejo, ruminação e outras atividades (incluindo o ócio); no geral, cerca de um terço do dia para cada atividade. A maior parte da atividade de pastejo ocorre durante o dia, embora possa ocorrer períodos curtos de pastejo noturno, e todos os animais do rebanho tendem a seguir o mesmo padrão. Os picos de pastejo ocorrem no início da manhã e final da tarde, o que resulta em maior atividade de pastejo durante o período diurno (KILGOUR, 2012). Logo após cada período de pastejo há um período de ruminação, o qual ocorre em maior proporção de tempo durante a noite (FISHER et al., 1997; KILGOUR et al., 2012).

Embora o padrão característico seja bastante estável na maioria das situações, os ruminantes têm a capacidade de modificar um ou mais componentes do seu comportamento ingestivo para superar condições limitantes ao consumo de alimento, se adequar a ambientes termicamente estressantes, entre outros (ZANINE et al., 2006a). Essas modificações podem alterar o padrão de pastejo diurno para noturno, além de aumentar o consumo de água, diminuir o tempo de ruminação, aumentar o tempo em ócio (visando reduzir o estresse por calor) e, buscar a forragem em áreas sombreadas ou com maior ventilação. Todas essas alterações comportamentais podem ocorrer sem que haja efeitos negativos do clima sobre o organismo (PARANHOS DA COSTA, 2000; FERREIRA 2010). Vários fatores podem interferir no comportamento ingestivo como a massa, estrutura e qualidade de forragem ofertada, categoria animal, exigência nutricional, capacidade seletiva, entre outros (HODGSON et al, 1994).

O ato de o animal buscar, selecionar, colher e ingerir o componente forrageiro em condições de criação à pasto é o que define o termo “pastejo” (PEDREIRA, 2002). De maneira geral, em bovinos esta ação corresponde a períodos de 8 horas, em média (COSGROVE, 1997; GRANDIN, 2000), podendo variar de 4 a 16 horas por dia em situações extremas (HODGSON; CLARK; MITCHELL, 1994; GRANDIN, 2000).

As situações extremas citadas são aquelas, por exemplo, de alta radiação solar, o que reduz a atividade de pastejo de 44% para 5% do tempo total, aumentando o tempo de ócio (OLIVEIRA et al., 2011).

Também, animais em pastagens com baixa disponibilidade de forragem aumentam o tempo total de pastejo através do aumento do período de refeições (MEZZALIRA, 2009). Assim, o acentuado aumento na duração de cada refeição tem efeito inverso sobre o número de refeições diárias. Barbosa et al. (2010) notaram que, de acordo com o nível de restrição alimentar, os animais reagem aumentando a duração das refeições, porém sem alterar o número de atividades.

Segundo Zanine et al. (2006), os animais tendem a ser mais seletivos em pastagem com menor relação folha:colmo, bem como menor disponibilidade de forragem. Essa maior seletividade aumenta o tempo de pastejo.

Uma particularidade do processo digestivo dos ruminantes é a ruminação ou remastigação do bolo alimentar. A ruminação reduz o tamanho de partícula de alimentos sobre o movimento do material sólido através do rúmen, ocorrendo entre meia e uma hora e meia após a ingestão do alimento. O número e as durações dos ciclos de ruminação dependem da estrutura da forragem, especialmente do teor de fibra e tamanho das partículas, do número de refeições e da quantidade de alimento ingerido. A atividade de ruminação ocorre, em sua maior parte, no período noturno, quando o alimento é regurgitado, remastigado, reensalivado e, por fim, deglutido (ÍTAVO et al., 2008; ZANINE et al., 2007).

A ruminação pode ser considerada como o tempo em que o animal não se encontra pastejando, mas está mastigando o bolo alimentar, caracterizado por movimentos mandibulares cíclicos e repetitivos e o animal encontra-se parado (MEZZALIRA et al., 2011). O tempo total de ruminação pode variar de quatro até nove horas, sendo dividido em períodos de poucos minutos a mais de uma hora. Segundo Marques et al. (2005), esta atividade pode ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo que, neste último, o animal demonstra uma condição de conforto e bem-estar.

Por sua vez, o ócio compreende o período em que o animal não está pastejando, bebendo água ou ruminando, ou seja, o período em que o animal

está em descanso ou repouso (MARQUES, 2000; CASTRO, 2002). Esta atividade também é pré-determinada, mas pode sofrer alterações, por exemplo, conforme as estações do ano, principalmente em climas de altas temperaturas (FERREIRA, 2006; OLIVEIRA, 2013; MARQUES et al 2013), e correspondem em média dez horas, com variações entre nove e 12 horas por dia (PHILLIPS; RIND, 2001).

Há indícios de uma interação entre altas temperaturas ambientes e o tempo em ócio dos animais. Nos períodos de elevada temperatura e elevada umidade relativa do ar, os animais reduzem o tempo de alimentação e ruminação e aumentam o tempo em ócio para diminuir sua produção de calor metabólico (PIRES; CAMPOS, 2004). Devido a todos os fatores citados, o comportamento ingestivo pode ser um bom indicador do estado de conforto térmico de bovinos.

2.1. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS

Existem diversos modos de se avaliar o comportamento ingestivo em bovinos de corte. Na Figura 1 podem ser observadas algumas pesquisas realizadas com as diferentes ferramentas de avaliação e os respectivos objetivos dos estudos.

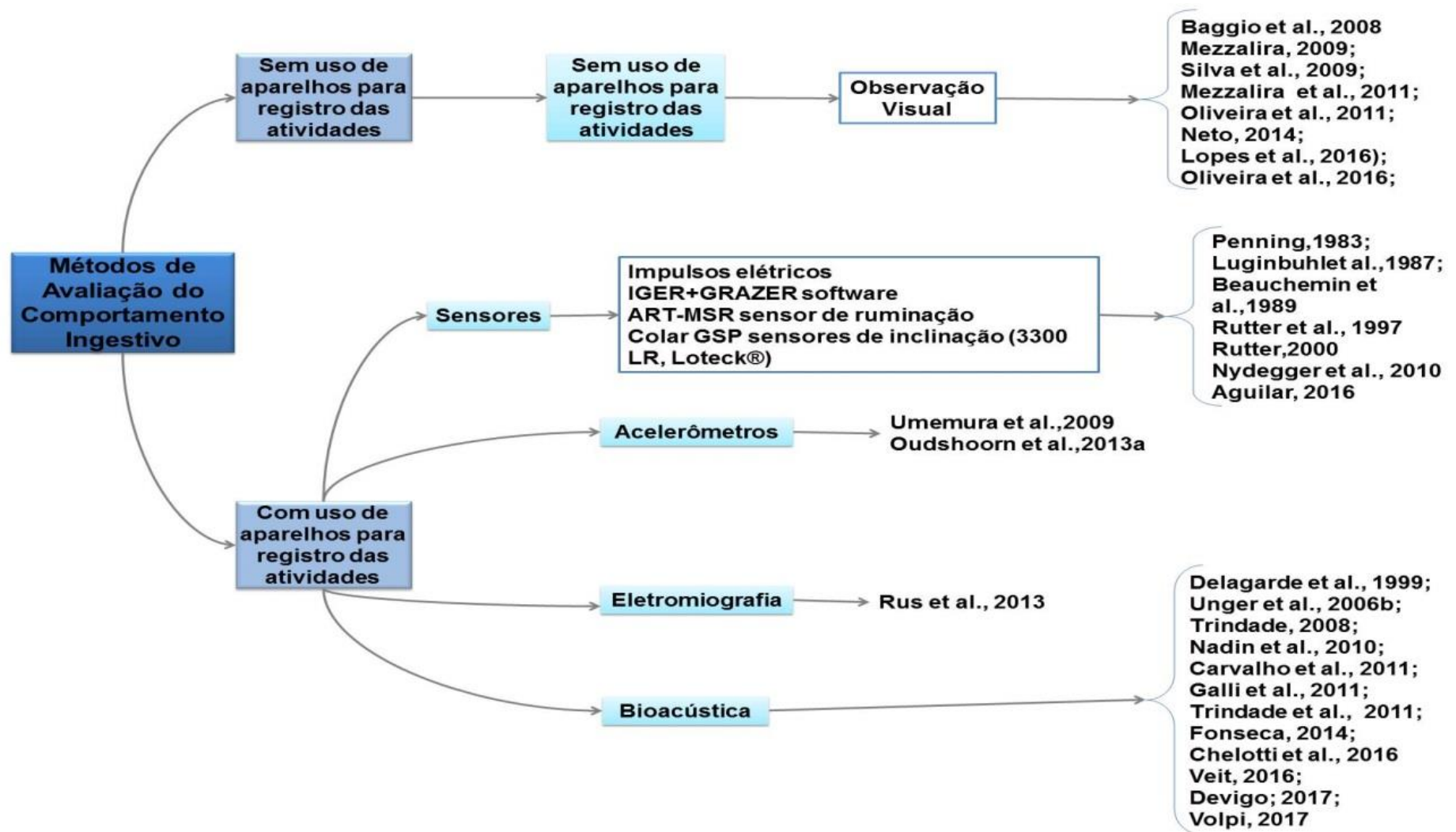


Figura 1. Principais metodologias para avaliação de comportamento ingestivo em bovinos.

2.2. OBSERVAÇÃO VISUAL

Em geral, em estudos de comportamento ingestivo de bovinos, opta-se pela observação visual, pois, embora laboriosa, é simples e não necessita de aparelhos ou equipamentos caros e sofisticados, nem depende de softwares ou análises metódicas complexas para sua interpretação (BRÂNCIO et al., 2003).

Pelo método de avaliação visual, intervalos de dez minutos são os mais comuns na literatura. De fato, Silva et al. (2008) comparando escalas de 10, 20 e 30 minutos, para a mensuração do comportamento de bovinos de corte, concluíram que a escala de 10 minutos descreve melhor o comportamento dos animais em pastejo. Entretanto, Mezzalira et al. (2011) citam diversos outros intervalos afirmando que estes dependem do objetivo do trabalho - Cinco minutos (SALLA et al., 2003; MENDONÇA et al., 2004; MEZZALIRA, 2009), sete minutos (DESWYSEN et al., 1993), dez minutos (COSTA et al., 2003, PINTO et al., 2007; BAGGIO et al., 2008; THUROW et al., 2009), 15 minutos (FISCHER et al., 1998; PORTUGAL et al., 2000), 30 minutos (SILVA et al., 2004a).

2.2.1. BIOACÚSTICA

A análise acústica é um método promissor para estimar o comportamento ingestivo de bovinos a pasto (GALLI et al., 2011). Este é um ramo da zoologia, ligado à matemática e a física, que consiste no estudo dos sons produzidos pelos animais. A técnica é baseada na gravação do sinal sonoro emitido por um indivíduo ou por um grupo, no qual o som é captado por um microfone e registrado por gravador de áudio (VIELLIARD; SILVA, 2004).

Conforme descrito por Volpi (2017), há indícios do uso de bioacústica desde a Era pré-histórica, quando o *Homo sapiens neanderthalensis* (homem das cavernas), observando o comportamento dos animais durante a caça, percebeu que estes atraíam outros indivíduos de sua espécie quando emitiam sons. Então, aprendeu a reproduzir estes sons com a boca como estratégia para reunir animais e facilitar a caçada.

No século XVII a bioacústica começou a ser vista como potencial área de estudo pelo jesuíta alemão Athanasius Kircher (1602-1680) que se dedicava aos estudos de línguas orientais, hieróglifos e música, incluindo a transcrição musical do canto de pássaros. Seus experimentos em transcrever musicalmente as vocalizações de aves são uma das mais antigas da Europa (SZŐKE et al., 1969).

No Brasil esta forma primária de transcrição só foi modificada no século XIX por Hercule Florence após retornar da expedição Langsdorff (1819-1828). O francês refinou o registro de cantos de pássaros num método chamado “Zoophonia”, o qual se tornou um manuscrito. Este método se manteve até a Primeira Guerra Mundial, quando os avanços tecnológicos permitiram o registro e a reprodução dos sons e deram início a uma nova área de estudo a qual pela primeira vez ganhou nome de “bioacústica” (VIELLIARD; SILVA, 2004).

Na década de 60 com o surgimento dos gravadores de áudio portáteis, o ornitólogo Johan Dalgas Frisch foi a primeira pessoa a utilizá-los para gravar o canto do Uirapuru-verdadeiro (*Cyphorhinus arada*). Neste período a bioacústica se estabeleceu como importante ferramenta de estudo, visto que o som é o único sinal de comunicação que pode ser facilmente captado, descrito, reproduzido e quantificado (DIAS, 2013).

A bioacústica ganhou enfoque após dez anos da data de obtenção do primeiro registro: deixou de ser empregada apenas para distinguir as espécies na natureza e passou a ser usada sob o ponto de vista fisiológico e ecológico. A comercialização dos gravadores digitais e softwares começaram na década de 80, o que contribuiu para consolidar e aprimorar a técnica para uso em animais silvestres.

Os estudos de bioacústica contribuíram principalmente com as áreas de filogenia, fisiologia, ecologia e etologia. Na etologia esta metodologia possibilitou obter descrições precisas dos sinais de comunicação sonoros e de seus contextos comportamentais, permitindo compreender as funções biológicas de determinadas espécies (VIELLIARD; SILVA, 2004).

Quanto às propriedades do registro, existem dois tipos de ondas sonoras: mecânica e eletromagnética. Segundo Andriamandroso et al., (2016), o ar provindo dos pulmões passa por um diafragma flexível e causa vibrações. O sinal elétrico de saída é proporcional à intensidade dessas vibrações, bem

como suas frequências, dessa forma, tem-se a geração da voz. Já os sons não vocais, realizado por ações mecânicas como, por exemplo, quando um gorila golpeia o próprio peito com os punhos, aves tamborilam a madeira com o bico, o movimento mandibular dos ruminantes, entre outros, são um campo de estudo mais atual (SCHAFER, 2001), e que permite distinguir o comportamento ingestivo de bovinos.

Segundo Ungar e Rutter (2006), Alkon e Cohen, em 1986, foram os primeiros a gravar o sinal acústico de forrageamento enquanto estudavam o comportamento noturno de porcos-espinhos.

Este método chegou ao Brasil apenas em 2008 por meio de TRINDADE (2011) que através de pesquisas obteve os primeiros registros acústicos de comportamento ingestivo, tanto em bovinos quanto em ovinos, em pastagens nativas dos campos sulinos.

No quadro 1, pode-se observar que ainda são poucos os trabalhos que utilizam a bioacústica no Brasil.

Quadro 1. Trabalhos utilizando a técnica de bioacústica em ruminantes no Brasil.

ANO	ESPÉCIE	TRABALHO	AUTORES	TIPO
2008	Bovinos e ovinos	Comportamento e consumo de forragem de bovinos de corte em pastagem natural complexa	Trindade, J. K.	Tese
2010	Bovinos	Comparison of methods to quantify bite rate in calves grazing winter oats with different structures	Nadin et al.	Artigo
2011	Bovinos	Potencial de um método acústico em quantificar as atividades de bovinos em pastejo	Trindade et al.	Artigo
2014	Bovinos	Os sons do pastejo	Fonseca, L.	Tese
2016	Bovinos	Bioacústica como método de avaliação do comportamento em pastejo de novilhas girolando	Veit, H. M.	Artigo
2017	Bovinos	Bioacústica como ferramenta para a avaliação do comportamento ingestivo de bovinos em sistemas de produção extensivos	Volpi, D	Artigo

Volpi (2017) enfatiza a necessidade de mais pesquisas utilizando esta técnica para que seja possível aperfeiçoar os equipamentos e a metodologia, além de avançar quanto à qualidade dos dados obtidos.

A bioacústica tem ganhado espaço por ser um método não invasivo, de baixo custo e que permite a identificação das atividades dos ruminantes de forma ininterrupta e sem alterar o comportamento natural; isso por meio da identificação de padrões sonoros das atividades de pastejo, ruminação e ócio dos animais em longos intervalos. Também é possível relacionar à intensidade e o tipo de ondas sonoras produzidas pelo pastejo à quantidade de forragem consumida pelos animais (NELSON et al., 2005; CARVALHO et al., 2009).

Esta técnica permite avaliar o comportamento ingestivo, sendo uma ótima forma de aferir o bem-estar animal e com detalhes que apenas são perceptíveis por este método (MILONE et al., 2012).

No quadro 2, compara-se alguns pontos importantes, tanto do método visual como do método acústico, para auxiliar no momento de escolha do método de avaliação do comportamento ingestivo de bovinos a pasto.

Quadro 2. Comparativo entre os métodos visual e acústico na avaliação do comportamento ingestivo de bovinos a pasto.

Características	Método de observação	
	Visual	Acústico
Precisão	Média	Alta
Observação	Nascer ao por do sol	Contínua (24 horas)
Coleta	Avaliador	Sem avaliador
Aparelho	Poucos equipamentos	Duração das pilhas
Duração	Mais de 24 horas	24 horas
Registro	Planilhas	Sistema automatizado
Animal	Sem adaptação	Adaptação dos animais
Execução	Mão de obra	Pouca mão de obra
Equipagem	Sem contenção	Contenção dos animais
Dificuldade	Laboriosa	Pouco laboriosa

Avaliando o comportamento de bovinos de corte através do método acústico, principalmente o tempo de pastejo e outras atividades, observou-se que este foi satisfatório, no entanto, a ruminação é mais fácil de ser observado visualmente (TRINDADE et al., 2011).

A bioacústica é um método eficiente para quantificar tempo despendido pelos bovinos nas atividades de pastejo, de ruminação e de outras atividades. Os registros sonoros são bastante distintos e de fácil discriminação de cada atividade em softwares de áudio (TRINDADE et al., 2011).

Os métodos visual e acústico apresentam equivalência de 90% e 96% para as atividades de apreensão e mastigação, respectivamente, enquanto que a atividade de apreensão-mastigação é considerada apenas como apreensão pelo método visual. Assim sendo, prova ser apropriado usar o método acústico como referência, sendo mais preciso que a observação visual (UNGAR; RUTTER, 2006).

A bioacústica se apresenta como ferramenta com precisão de 82% para atividades de comportamento ingestivo (MILONE et al., 2009). Diversas características contribuem para o sucesso da técnica, entre eles o baixo peso dos equipamentos, gravador e microfone quase não notáveis, os quais não interferem na etologia da espécie (CLAPHAM et al., 2011).

Para consolidação da bioacústica como técnica ainda é necessária ser aperfeiçoada. Com base nisso, novas pesquisas devem ser desenvolvidas com intuito de aperfeiçoar as ferramentas de gravação de ondas mecânicas para

estimar a ingestão de matéria seca, para quantificar a mastigação sobre sua extensa diversidade de alimentos e para mensurar o comportamento ingestivo de forma acurada (GALLI et al., 2006; GALLI et al., 2011).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Validar o potencial do uso da bioacústica para avaliação do comportamento ingestivo diurno, em bovinos de corte, em pastagens de *Panicum maximum* cv. BRS Massai.

3.1.1 Objetivo específico

Comparar a técnica bioacústica em relação à visual para a avaliação de comportamento ingestivo diurno, em bovinos de corte, em pastagens de *Panicum maximum* cv. BRS Massai.

4. REFERÊNCIAS

- ALVES, F.V. O componente animal em sistemas de produção em integração. p.143-154. In: **Sistemas de integração: a produção sustentável**. BUNGENSTAB, D.J. 2 ed. Brasília. 2012.
- ANDRIAMANDROSO, A.L.H.; BINDELLE, J.; LEBEAU, F. A review on the use of sensors to monitor cattle jaw movements and behavior when grazing. **Biotechnol. Agron. Soc. Environ.** v.20: p.273–286. 2016.
- ARANHA, A.S. **Desempenho e bem estar de bovinos nelore na fase de recria mantidos em sistemas integrados de produção agropecuária**. [s.l.] UNESP. 2016.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, C.F.C.; SILVA, J.L.S.; ROCHA, L.M.; BREMM, C.; SANTOS, D.T.; MONTEIRO, A.L.G. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual e aveia-preta. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37: p.1912-1918. 2008.
- BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. In: **Marco Referencial Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. v.1: p.130, Brasília, DF. 2011.
- BARBOSA, C.M.P.; CARVALHO, P.C.F.; CAUDURO, G.F.; LUNARDI, R.; GONÇALVES, E.N.; DEVINCENZI, T. Components of lamb grazing process on ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) under different intensities and methods. **Archivos de Zootecnia**. v.59: p.39–50. 2010.
- BEAUCHEMIN, K.A.; ZELIN, S.; GENNER, D.; BUCHANAN-SMITH, J.G. An automatic system for quantification of eating and ruminating activities of dairy cattle housed in stalls. **J. Dairy Sci.** v.72: p.2746-2759. 1989.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; JUNIOR, D.N.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo: Comportamento Ingestivo de Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32: p.1045–1053. 2003.
- CARVALHO, P.C.D.F.; TRINDADE, J.K.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J.C.; FONSECA, L. Comportamento Ingestivo de Animais em Pastejo. 525–545. Em: **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiro**. REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. 1ª ed. Multipress, Jaboticabal, SP. 2013.

- CARVALHO, P.C.F.; GONDA, H.L.; WADE, M.H.; MEZZALIRA, J.C.; AMARAL, M.F.; GONÇALVES, E.N.; SANTOS, D.T.; NADIN, L.; POLI, C.H. Características estruturais do pasto e o consumo de forragem: o quê pastar, quanto pastar e como se mover para encontrar o pasto. **IV Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem**. v.1: p.101–130. 2006.
- CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; 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. 2007.
- 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 de Zootecnia**. v.38: p.109–122. 2009.
- CASTRO, C.R.C. **Relações planta-animal em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) leeke.) manejada em diferentes alturas com bovinos**. 2002. 185p. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.
- CHELOTTI, J.O.; VANRELL, S.R.; MILONE, D.H.; UTSUMI, S.A.; GALLI, J.R.; RUFINER, H.L.; GIOVANNI, L.L. A real-time algorithm for acoustic monitoring of ingestive behavior of grazing cattle. **Computers and Electronics in Agriculture** v.127: p.64–75. 2016.
- CLAPHAM, W.M.; FEDDERS, J.M.; BEEMAN, K.; NEEL, J.P. Acoustic monitoring system to quantify ingestive behavior of free-grazing cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**. v.76: p.96-104. 2011.
- COSTA, C.O.; FISCHER, V.; VETROMILLA, M.A.M.; MORENO, C.B.; FERREIRA E.X. Comportamento ingestivo de vacas Jersey confinadas durante a fase inicial da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32: p.418-424. 2003.
- DELAGARDE, R.; CAUDAL, J.P.; PEYRAUD, J.L. Development of an automatic bitemeter for grazing cattle. **Ann. Zootec.** v.48: p.329-339. 1999.

- DEMMENT, M.W.; MONTAGUE, W. Integrating sward structure and ingestive behavior to determine intake rate in cattle. **Final Scientific Report for BARD, p. Project No. US - p.1329-87. 1992.**
- DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P.A.; GODFRIN, J.P. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite fourier transform. **Journal of Animal Science.** v.71: p.2739-2747. 1993.
- DEVIGO, R.S. **Bov-Cheving – Segmentação e classificação de eventos bioacústicos de comportamento ingestivo de bovinos por meio de aprendizado de máquina.** 2017. Dissertação. Faculdade de Computação, UFMS. Campo Grande, MS.
- DIAS, A.F.S. **Competição por espaço acústico: adaptações de cantos de aves em uma zona de alta biodiversidade do Brasil Central.** 2013. Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília, DF.
- FERREIRA, F.N.G. **Estudo sobre confinamentos de gado de corte no Estado de São Paulo, com ênfase na legislação ambiental e automação.** 2015. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.
- FERREIRA, J.J. **Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequências de alimentação em confinamento.** 2006. Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, RS.
- FERREIRA, L.C.B. **Respostas Fisiológicas e Comportamentais de Bovinos Submetidos a Diferentes Ofertas de Sombra.** 2010. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DESPRES, L.; LOBATO F.J.P. Comportamento ingestivo de Ovinos recebendo dieta à base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.5: p.1032-1038. 1997.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, F.J.P. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.27: p.362-369. 1998.
- FONSECA, L. **Os sons do pastejo.** 2014. Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.

- FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FILHO, D.E.F. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. Em: **Nutrição de Ruminantes**. BERCELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. 2 Jaboticabal, SP. 2011.
- GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; DEMMENT, M.W.; LACA, E.A. Acoustic monitoring of chewing and intake of fresh and dry forages in steers. **Animal Feed Science and Technology**. v.128: p.14-30. 2006.
- GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; MILONE, D.H.; LACA, E.M. Acoustic monitoring of short-term ingestive behaviour and intake in grazing sheep. **Livestock Science**. v.140: p.32-41. 2011.
- GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2003.
- GRANDIN, T. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas. **Livestock Handling and Transport**. p.63–85. 2000.
- HODGSON, J.; CLARK, D.A.; MITCHELL, R.J. Foraging Behavior in Grazing Animals and Its Impact on Plant Communities. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization. **American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America**. p.796–827.1994.
- ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, S.R.M.B.O.; RIMOLI, J.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em pastejo contínuo e rotacionado. **Archivos de Zootecnia**. v.57: p.43–52. 2008.
- JUNIOR, H.A.S.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; COSTA, P.B.; MENDES, F.B.L.; PINHEIRO, A.A.; SANTANA, E.O.C.; FILHO, G.A. Metodologias para avaliação do comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. **Semina: Ciências Agrárias**. v.35: p.1475–1486. 2014.
- KILGOUR, R.J. In: pursuit of “normal”: A review of the behaviour of cattle at pasture. **Applied Animal Behaviour Science**. v.138: p.1–11. 2012.
- KILGOUR, R.J.; UETAKE, K.; ISHIWATA, T.; MELVILLE, G.J. The behaviour of beef cattle at pasture. **Applied Animal Behaviour Science**. v.138: p.12–17. 2012.

- LAWRENCE, P.R.; BECKER, K. The use of vibration analysis and telemetry to measure bite frequency and intensity in free-ranging horned ruminants. In: **Proceedings of XVIII IGC Conference**. Winnipeg, Manitoba, Canada, Session 5: p.3-4. 1997.
- LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciênc. agrotec.** Lavras. v.29: p.668-675. 2005.
- LI, Y.; WU, Z. Animal sound recognition based on double feature of spectrogram in real environment. In: **Anais da International Conference on Wireless Communications & Signal Processing**, Nanjing, China. 2015.
- LOPES, L.B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D.S.; CARNEVALLI, R.A. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. **Trop Anim Health Prod.** v.48: p.755–761. 2016.
- LUGINBUHL, J.M.; POND, K.R.; RUSS, J.C.; BURNS, J.C. A simple electronic device and computer interface system for monitoring chewing behavior of stall-fed ruminant animals. **J. Dairy Sci.** v.70: p.1307-1312. 1987.
- MARQUES, J.A. **O Stress e a Nutrição de Bovinos**. 42p. Maringá: Imprensa universitária. 2000.
- MARQUES, J.A.; LUGÃO, S.M.B.; ABRAHÃO, J.J.S.; NASCIMENTO, W.G.; BEZERRA, G.A.; SCOMPARIM, V.X. Comportamento ingestivo de bovinos em “*Panicum maximum* cv. IPR86 Milênio” sob diferentes doses de nitrogênio. Campo Digital. **Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**. v.8: p.51–58. 2013.
- MARQUES, J.D.A.; BARBOSA, O.R.; ALBUQUERQUE, K.P.; NEGRÃO, J.A.; JÚNIOR, A.R.L.; DOMINGUES, J.S.; PRADO, I.N. **Comportamento de novilhas bubalinas terminadas em confinamento usando promotor de crescimento ou esferas de chumbo no útero**. 1999: 363–370. 2005.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS J.M.S.; FILHO S.C.V.; VALADARES R.F.D.; SOARES C.A.; LANA R.P.; QUEIROZ A.C.; ASSIS A.J.; PEREIRA M.L.A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou

- silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33: p.723-728. 2004.
- MEZZALIRA, J.C. **O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem**. 2009. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- MEZZALIRA, J.C. **O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem**. 2009. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.
- MEZZALIRA, J.C.; CARVALHO, P.C.F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M.V.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40: p.1114–1120. 2011.
- MILONE, D.H.; GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; RUFINER, H.L.; LACA, E.A. Automatic recognition of ingestive sounds of cattle based on hidden Markov models. **Computers and Electronics in Agriculture**. v.87: p.51–55. 2012.
- MILONE, D.H.; RUFINER, H.L.; GALLI, J.R.; LACA, E.A.; CANGIANO, C.A. Computational method for segmentation and classification of ingestive sounds in sheep. **Computers and Electronics in Agriculture**. v.65: p.228–237. 2009.
- NÄÄS, I.A.; ARCARO JUNIOR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.5: p.139-142. 2001.
- NADIN, L.B.; SÁNCHEZ CHOPA, F.; TRINDADE, J.K.; AMARAL, G.; MILANO, G.D.; MORENO, L.S.; GONDA, H.L. Comparison of methods to quantify bite rate in calves grazing winter oats with different structures. **Grassland Science in Europe**. v.15: p.898-900. 2010.
- NELSON, D.E.; ALKON P.U.; KRAUSMAN, P.R. Using acoustic telemetry to monitor foraging by penned mule deer. **Wildlife Society Bulletin**, 33: 624–632. 2005.

- NYDEGGER, F.; GYGAX, L.; EGLI, W. Automatic measurement of rumination and feeding activity using a pressure sensor. In: **International Conference on Agricultural Engineering-AgEng 2010: towards environmental technologies, Clermont-Ferrand, France**. Cemagref. 2010.
- OLIVEIRA, P.A.; MARQUES, J.A.; BARBOSA, L.P.; OLIVEIRA, G.J.C.; PEDREIRA, T.M.; SILVA, L.L. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastejo de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador. v.12: p.166-175. 2011.
- OUDSHOORN, F.W.; CORNOU, C.; HELLWING A.L.F. HANSEN, H.H.; MUNKSGAARD, L.; LUND, P.; KRISTENSEN, T. Estimation of grass intake on pasture for dairy cows using tightly and loosely mounted di- and tri-axial accelerometers combined with bite count. **Comput. Electron. Agric.** v.99: p.227-235. 2013.
- PACIULLO, D.S.C.; PIRES, M.F.A.; MÜLLER, M.D. Forrageiras tolerantes ao sombreamento. In: **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. LAURA, V.A.; ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G. 1. Brasília, DF. 2015.
- PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, v.18: p.26-42. 2000.
- PEDREIRA, C.G.S. **Avanços metodológicos na avaliação de pastagens**. Research Gate, sn: p.33. 2002.
- PENNING, P.D. A technique to record automatically some aspects of grazing and ruminating behaviour in sheep. **Grass Forage Sci.** v.38: p.86-96. 1983.
- PHILLIPS, C.J.; RIND, M.I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. **Journal of Dairy Science**. v.85: p.51-59. 2001.
- PINTO, C.E.; CARVALHO, C.F.C.; FRIZZO, A.; JÚNIOR J.A.S.F.; 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.

- PIRES, M.F.A.; PACIULLO, D.S.C. Bem-estar animal em sistemas integrados. 117-133. In: **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. LAURA, V.A.; ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G. Brasília, DF. 2015.
- PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; DURÃES, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminação em vacas de raça holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.52: p.154-159. 2000.
- RUCKEBUSCH, Y.; BUENO, L.; LATOUR, A. Un dispositif simple et autonome d'enregistrement de l'activité alimentaire chez les bovins au pâturage. **Ann. Rech. Vet.** v.4: p.627-636. 1973.
- RUS, M.A.; WOBSCHALL, A.; STORM, S.; KAUFMANN, O. DairyCheck – a sensor system for monitoring and analysis of the chewing activity of dairy cows. **Landtechnik**. v.68: p.395-398. 2013.
- RUTTER, S.M. Graze: a program to analyze recordings of the jaw movements of ruminants. **Behav. Res. Meth. Instrum. Comput.** v.32: p.86-92. 2000.
- RUTTER, S.M.; CHAMPION, R.A.; PENNING, P.D. An automatic system to record foraging behaviour in free- ranging ruminants. **Appl. Anim. Behav. Sci.** v.54: p.185-195. 1997.
- SALLA, L.E.; FISCHER, V.; FERREIRA, E.X.; MORENO, C.B.; JUNIOR, W.S.; DUARTE, L.D. Comportamento ingestivo de vacas Jersey alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura nos primeiros 100 dias de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32: p.683-689. 2003.
- SCHAFER, R.M. Os sons dos animais. In: SCHAFER, R.M. **A afinação do mundo: uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora**. UNESP São Paulo, SP. p.66-67. 2001.
- SILVA, E.C.L.; MODESTO, E.C.; AZEVEDO, M.; FERREIRA, M.A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SCHULER, A.R.P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.31: p.295-302. 2009.
- SILVA, R.R.; MAGALHÃES, A.F.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.D.; FRANCO, I.L.; NASCIMENTO, P.V.; BONOMO, P. Comportamento ingestivo de

- novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de *Brachiaria*. Aspectos metodológicos. **Revista Eletrônica de Veterinária**. v.5: p.1-10. 2004.
- SILVA, R.R.; PRADO, I.N.; CARVALHO, G.G.P.; JUNIOR, H.A.S.; SILVA, F.F.; DIAS, D.L.S. Efeito da utilização de três intervalos de observações sobre a precisão dos resultados obtidos no estudo do comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastejo. **Ciência Animal Brasileira**. v.9: p.319-326. 2008.
- SOUSA, M.S. **Comportamento ingestivo de bovinos em sistema de pastejo rotacionado submetidos a diferentes estratégias de suplementação**. 2007. Universidade Estadual de São Paulo.
- SZŐKE, A.P.; GUNN, W.W.H.; FILIP, M. The musical microcosm of the hermit thrush. In: **Studia Musicologica Academiae Scientiarum Hungaricae**. Bence Szabolsci. Akadémiai Kiadó, v.11: p.423-438, 1969.
- THUROW, J.M.; NABINGER, C.; CASTILHOS, Z.M.S. Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novilhos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38: p.818-826. 2009.
- TRINDADE, J.K. **Comportamento e consumo de forragem de bovinos de corte em pastagem natural complexa**. 2011. 208p. Departamento de Zootecnia, v. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TRINDADE, J.K.; CARVALHO, P.C.F., NEVES, F.P.; PINTO, C.E.; GONDA, H.L.; NADIN, L.B.; CORREIA, L.H.S. Notas Científicas Potencial de um método acústico em quantificar as atividades de bovinos em pastejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.46: p.965–968. 2011.
- UMEMURA, K.; WANAKA, T.; UENO, T. Technical note: estimation of feed intake while grazing using a wireless system requiring no halter. *J. Dairy Sci.* v.92: p.996- 1000. 2009.
- UNGAR, E.D.; RUTTER, S.M. Classifying cattle jaw movements: Comparing IGER Behaviour Recorder and acoustic techniques. **Applied Animal Behaviour Science**. v.98: p.11–27. 2006.
- UNGAR, E.D.; RUTTER, S.M. Classifying cattle jaw movements: comparing IGER Behaviour Recorder and acoustic techniques. **Appl. Anim. Behav. Sci.** v.98: p.11-27. 2006b.

- VEIT, H.M. **Comportamento em pastejo e conforto térmico de novilhas Girolando em sistema de integração lavoura-pecuária (iLP) e floresta (iLPF)**. 2016. Universidade Federal de Rondônia. Dissertação. Rolim Moura, RO.
- VELLIARD, J.; SILVA, M.L. A bioacústica como ferramenta de pesquisa em comportamento animal. **Bulletin**. p. 1-15, 2004.
- VOLPI, D. **Bioacústica como metodologia de avaliação do comportamento ingestivo e conforto térmico de bovinos em sistemas em integração**. 2017. Dissertação, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR.
- ZANINE, A.M.; VIEIRA, B.R.; FERREIRA, D.J.; VIEIRA, A.J.M.; CECON, P.R. Comportamento Ingestivo de Bovinos de Diferentes Categorias em Pastagem de Capim Coast-Cross. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.23: p.111-119. 2007.

CAPÍTULO 2 - BIOACÚSTICA PARA A AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS NELORE EM *PANICUM MAXIMUM* CV. BRS MASSAI

Esse capítulo seguiu as normas da Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Bioacústica para a avaliação do comportamento ingestivo de bovinos Nelore em *Panicum maximum* cv. BRS Massai

Alan da Silva Arguelho⁽¹⁾, Fabiana Villa Alves⁽²⁾, Pedro Nelson Cesar do Amaral⁽¹⁾,
Erlandson Ferreira Saraiva⁽⁴⁾, Valdomiro Piedade Vigas⁽⁴⁾, Denise Volpi⁽³⁾, Manoel
Cláudio Motta Macedo⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana,
Rodovia Aquidauana/UEMS, Km 12, Zona Rural, CEP 792000-000 Aquidauana, MS,
Brasil. E-mail: alanbczoo@gmail.com, p.nelson@uems.br ⁽²⁾Embrapa Gado de Corte,
Avenida Rádio Maia, 830, Caixa Postal 154, CEP 79106-550 Campo Grande, MS,
Brasil. E-mail: fabiana.alves@embrapa.br, manuel.macedo@embrapa.br

⁽³⁾Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80035-050
Curitiba, PR, Brasil. E-mail: denisevollpi@gmail.com ⁽⁴⁾Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, Instituto de Matemática, Cidade Universitária, s/n Caixa Postal 549,
Avenida Senador Filinto Müller, 1555, CEP: 79074-460 Campo Grande, MS, Brasil. E-
mail: erlandson.saraiva@ufms.br, valdemiro.vigas@ufms.br

Resumo - Objetivou-se validar a bioacústica para a avaliação do comportamento
ingestivo diurno de bovinos de corte em pastagens de *Panicum maximum* cv. BRS
Massai. O estudo ocorreu em setembro de 2016, os animais foram monitorados das
6h00 às 16h00 (GMT+4h00). Realizou-se observação visual de atividades

comportamentais (pastejo, ruminação e outras atividades), em intervalos de 10 minutos. Cada animal foi equipado com gravador de áudio e microfone para a obtenção dos registros sonoros. Não houve diferença estatística significativa entre os tempos médios, em minutos, das atividades de pastejo, ruminação e outras atividades obtidas pelo método acústico (25,21; 2,94; 31,84) e visual (25,14; 5,93; 30,71), respectivamente. O método acústico é eficiente para avaliar o comportamento ingestivo de novilhas Nelore a pasto. A bioacústica como ferramenta possui registro de dados mais preciso e por período contínuo tempo das atividades de pastejo e ruminação, A bioacústica diminui a probabilidade de erros por sub- ou superestimação de dados coletados.

Termos para indexação: bem-estar animal, método acústico, pastejo, ruminação

Bioacoustics for the evaluation of the ingestive behavior of Nelore cattle in

***Panicum maximum* cv. BRS Massai**

Abstract - The objective of this study was to validate the potential of bioacoustics for the evaluation of diurnal ingestion behavior in beef cattle in *Panicum maximum* cv. BRS Massai. The study occurred in September 2016, the animals were monitored from 6:00 a.m. to 4:00 p.m. (GMT + 4:00 p.m.). Visual observation of practiced activities (grazing, rumination and other activities) was carried out at 10-minute intervals. Each animal was equipped with an audio recorder and microphone to obtain the sound records. There was no statistically significant difference between the mean time in minutes of grazing, rumination and other activities obtained by acoustic (25.21; 2.94; 31.84) and visual (25.14; 5.93; 30.71), respectively. The acoustic method is efficient to evaluate the ingestive behavior of Nelore heifers to pasture. Bioacoustics as a tool has a

53 more precise data record and for a continuous period of time of grazing and rumination
54 activities, Bioacoustics decreases the probability of errors by sub- or overestimation of
55 data collected.

56

57 Index terms: animal welfare, grazing, methods acoustic, rumination.

58

Introdução

59 Para entendimento das relações ambiente-animal é imprescindível conhecer
60 como o meio influencia os mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais de
61 cada espécie (Mezzalira et al., 2011). Uma das ferramentas utilizadas em sistemas
62 pecuários extensivos é o comportamento ingestivo, por meio do qual é possível
63 determinar, em um período de tempo pré-estabelecido, os mecanismos de busca,
64 seleção, desfolhamento e consumo da forragem (Carvalho et al., 2013). O
65 comportamento ingestivo pode auxiliar a inferência de aspectos relacionados ao bem-
66 estar, à nutrição, à qualidade do ambiente de pastejo, entre outros (Carvalho et al.,
67 2006).

68 Existem várias técnicas para mensurar os padrões nictemerais de animais
69 domésticos e em cativeiro, porém a mais utilizada, por ser de fácil aplicação e de baixo-
70 custo, é a observação visual. Porém, esse método quando utilizado em bovinos,
71 principalmente a pasto, apresenta limitações que tornam o processo exaustivo e
72 impreciso, o que afeta a qualidade dos dados devido à áreas de observação extensas,
73 necessidade de muitos avaliadores, erros de parcialidade na avaliação, necessidade de
74 atenção constante do observador e dificuldade para realizar avaliações noturnas
75 (Mezzalira et al., 2011).

76 Com isso, nos últimos anos tem crescido a busca por tecnologias que
77 incrementem a capacidade das pesquisas em coletar dados relacionados ao

comportamento ingestivo de animais em pastejo (Carvalho et al., 2009). Dentre estas, a bioacústica surge como uma metodologia que potencialmente pode solucionar as deficiências apresentadas pela observação visual, principalmente em relação às mensurações noturnas e precisão, independente da localização e posição dos equipamentos no animal (Trindade et al., 2011). Também possibilita relacionar à intensidade e o tipo de ondas sonoras produzidas durante o pastejo à quantidade de forragem consumida pelos animais (Nelson et al., 2005; Carvalho et al., 2009). Apesar desses benefícios, ainda são escassos os estudos que utilizam esta técnica em bovinos de corte em pastagens cultivadas (Volpi, 2017).

Objetivou-se avaliar a precisão do método acústico para a mensuração do comportamento ingestivo diurno de bovinos de corte em pastagens de *Panicum maximum* cv. BRS Massai.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte localizada no município de Campo Grande/MS, em setembro de 2016. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, consiste em Aw tropical sub úmido mega sazonal, com precipitação média anual de 1.560 mm.

A área experimental é composta por dois sistemas de produção em integração: sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) e sistema de integração lavoura-pecuária (iLP), ambos de pastagem de capim-massai (*Panicum maximum* cv. BRS Massai), manejados sob sistema de lotação contínua e carga de lotação variável de animais (fêmeas nelores em recria). Todos os piquetes possuíam bebedouros e cochos para sal mineral. No sistema iLPF, o componente arbóreo implantado é o eucalipto (*Eucalyptus urograndis*, clone H13), com espaçamento de 14 m entre fileiras e 2 m entre árvores, totalizando 357 árvores ha⁻¹.

103 Foram utilizadas oito fêmeas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), com idade e
104 peso corporal médio de 30 meses e 400 kg⁻¹, respectivamente, cujos procedimentos e
105 metodologias aplicados foram previamente aprovados pela Comissão de Ética e Uso de
106 Animais da Embrapa Gado de Corte. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em
107 pares em quatro piquetes onde, dois piquetes pertenciam ao sistema iLP e outros dois ao
108 sistema iLPF.

109 O período de observação compreendeu das 06h00 às 16h00 (GMT +4h00). O
110 registro das atividades comportamentais foi realizado em intervalos de 10 minutos pelo
111 método de observação visual instantânea (“scan-sampling”, Setz (1991)). As atividades
112 comportamentais avaliadas foram: pastejo, ruminação e outras atividades (ócio, ingestão
113 de água, ingestão de sal mineral). As avaliações foram realizadas por dois observadores
114 treinados, cada qual analisando quatro animais dia⁻¹. Utilizou-se binóculos (Bushnell,
115 8x42 mm) para que houvesse a mínima interferência da presença humana no
116 comportamento natural dos animais.

117 O tempo de pastejo compreende os minutos despendidos com as atividades de
118 busca, apreensão e ingestão de forragem na pastagem. O tempo de ruminação foi
119 estimado como o período em que o animal não está pastejando, mas mastigando o bolo
120 alimentar retornado do rúmen, representado por movimentos mandibulares cíclicos e
121 repetitivos e o animal normalmente está parado. Outras atividades é o período em que o
122 animal não está pastejando nem ruminando e envolve os períodos de descanso, ingestão
123 de água e sal mineral, etc. (Mezzalira et al., 2011).

124 Para fins de comparação metodológico, simultaneamente foram utilizados os
125 mesmos animais observados visualmente, onde estes passaram por um período de
126 adaptação e ajustes dos buçais para posteriormente ocorrer à avaliação acústica.

127 Utilizou-se a metodologia adaptada de Laca & Wallis De Vries (2000) e
128 Trindade (2011). Esta etapa contou com a consultoria do pesquisador Dr. Júlio Kuhn da
129 Trindade, da Fepagro, um dos pioneiros no Brasil a usar a técnica de avaliação de
130 comportamento ingestivo por gravação de som, e colaborador desta proposta.

131 Os animais foram equipados com buçais com um microfone de lapela, protegido
132 por uma cápsula de isopor, com a finalidade de capturar os registros sonoros dos
133 animais. Para o armazenamento dos dados, foram utilizados gravadores digitais de voz
134 da marca Sony® modelo ICD-PX 820, os quais também foram fixados aos buçais,
135 tomando-se o cuidado de envolvê-los em plástico tipo-bolha para protegê-los contra
136 batidas e umidade. O modo de gravação foi em HQ (“high quality”), mono, alta
137 sensibilidade do microfone, 16 kHz e 16 bits. Após dois dias de experimento, os
138 equipamentos foram retirados e os registros transferidos para um computador,
139 convertidos no formato “aif” e analisados por um avaliador treinado para uso do
140 software Audacity® (Trindade, 2011).

141 Para a realização das análises estatísticas, transformaram-se as frequências das
142 atividades de ambos os métodos em minutos e calculou-se as médias das atividades por
143 animal. Em seguida, verificou-se a normalidade dos dados e, fez-se a comparação
144 pareada dos tempos médios das atividades obtidas pelo método visual e acústico, bem
145 como o intervalo de confiança de 95% de confiança.

146 Assim, o intuito foi verificar se há diferença significativa entre os métodos
147 acústico e visual. A suposição de que não existe diferença entre os métodos é expresso
148 pelas seguintes hipóteses estatísticas:

149 H_0 = Não existe diferença entre o método acústico e visual

150 H_1 = Existe diferença entre o método acústico e visual

151 De acordo com a estrutura de dados obtida, para verificar a suposição de

152 normalidade dos dados, realizou-se o teste-t multivariado.

153 Constatada normalidade, a estatística de teste seguinte é dada por:

$$T^2 = n(\bar{x} - \delta)' S_X^{-1}(x),$$

154 onde $\bar{x}$ e S_X são dados em (3). Rejeita-se a hipótese nula se o valor calculado de T^2 é
155 maior do que o valor crítico:

$$\frac{p(n-1)}{n-p} F_{p_1 n - p(1-\alpha)},$$

156 em que, $F_{p_1 n - p(1-\alpha)}$ é o quantil $1 - \alpha$ da distribuição $F - Snedcor$ com p graus
157 de liberdade no numerador e $n - p$ graus de liberdade no denominador.

158 Os intervalos de confiança simultâneos de $100(1 - \alpha)\%$ de confiança para as
159 diferenças de medias individuais δ_i são dadas por:

$$IC_{\alpha i}(1 - \alpha): \bar{x}_1 \pm \sqrt{\frac{p(n-1)}{n-p} F_{p_1 n - p(1-\alpha)}} \sqrt{\frac{S_{X(ii)}}{n}},$$

160 onde $\bar{X}_i$ é o i -ésimo elemento do vetor x e $S_{X_{ii}}$ é o i -ésimo elemento da diagonal de S_X .

161 Resultados e Discussões

162 Considerando $x_i^v = (x_{ip}^v, x_{ir}^v, x_{io}^v)$ e $x_i^a = (x_{ip}^a, x_{ir}^a, x_{ao}^a)$ o tempo médio que o i -
163 éximo animal ficou pastejando (p), ruminando (r) e outros (o), medidos pelos métodos
164 visual (v) e acústico (a), respectivamente, para $i = 1, \dots, 7$. Na tabela 1 consta os
165 tempos médios avaliados pelos métodos visual e acústico, onde se calculou a média de
166 tempo gasto a cada hora para cada animal avaliado.

Tabela 1. Tempos médios das atividades de pastejo (P), ruminação (R) e outras atividades (O), conforme o método de avaliação (em minutos) durante o período experimental.

Animais	Visual			Acústico		
	P	R	O	P	R	O
1	25,00	9,00	26,00	26,90	2,50	30,60
2	19,00	2,50	38,00	20,50	3,70	35,80
3	24,00	3,00	32,00	21,50	0,00	38,50
4	22,00	4,00	34,00	18,80	9,40	31,80
5	27,00	2,00	31,00	13,60	4,40	42,00
6	32,00	0,00	28,00	40,00	0,00	20,00
7	27,00	7,00	26,00	35,20	0,60	24,20

P = Pastejo, R = Ruminação, O = Outras atividades.

Já na Tabela 2, podem ser observadas as estatísticas descritivas para cada variável dos métodos visual e acústico e as médias por hora das variáveis pastejo, ruminação e outras atividades.

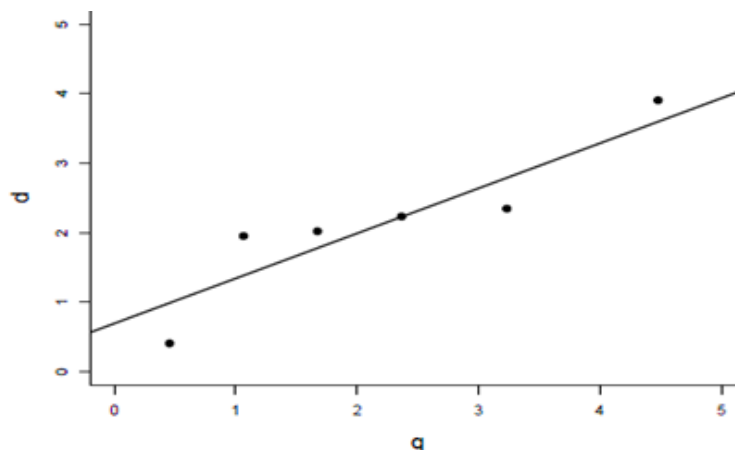
Tabela 2. Estatísticas descritivas para o método visual e acústico, em média por hora, para as variáveis pastejo (P), ruminação (R) e outras atividades (O) durante o período experimental.

Variável	Mínimo	1º Q	Mediana	Media	D-Padrão	3º Q	Máximo
Método Visual							
P	19,00	23,00	25,00	25,14±	4,14	27,00	32,00
R	0,00	2,50	4,00	4,14±	3,02	5,50	9,00
O	26,00	27,00	31,00	30,71±	4,42	33,00	38,00
Método Acústico							
P	13,60	19,65	21,50	25,21±	9,43	31,05	40,00
R	0,00	0,30	2,50	2,94±	3,35	4,05	9,40
O	20,00	27,40	31,80	31,84±	7,79	37,15	42,00

P = Pastejo, R = Ruminação, O = Outros.

Nota-se que o tempo em que os animais ficaram pastejando, ruminando e outros são semelhantes entre os métodos. Contudo, as medidas de tempo obtidas pelo método acústico são mais dispersas do que as do método visual.

181 Dessa forma, pode ser observado na Figura 1 que o coeficiente de correlação
 182 linear entre distância quadrada generalizada amostral (d_i^2) e (q_i) percentil esperado da
 183 distribuição é $r = 0,9626$. Ou seja, existe uma forte relação linear (aceita-se a
 184 suposição de normalidade) entre d_i^2 e q_i . Logo, não existe razão para duvidar de que a
 185 distribuição X não seja normal, apesar do tamanho pequeno da amostra.



186 **Figura 1.** QQ-plot. Coeficiente de correlação linear da amostra.
 187
 188

189 Fixando $\alpha = 0,05$, temos

$$T^2 = (0,0714 - 1,2000 \ 1,1286) \begin{pmatrix} 55,5190 & -17,1034 & -38,4157 \\ -17,1034 & 20,7566 & -3,6532 \\ -38,4157 & -3,6532 & 42,0690 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,0714 \\ -1,2000 \\ 1,1286 \end{pmatrix}$$

$$= 29,6612$$

190 O valor crítico é:

$$\frac{p(n-1)}{n-p} F_{p, n-p}(1-\alpha) = \frac{3(9-1)}{9-3} 4,7571 = 29,6612$$

191 Como $T^2 = 1,2039 < 29,6612$, não houve evidência para afirmar que as
 192 medidas de tempo avaliadas pelos métodos visual e acústico apresentam diferenças
 193 significativas.

194 Os resultados obtidos neste estudo foram semelhantes aos encontrados na
 195 literatura em outras pesquisas, até mesmo em avaliações em diferentes estruturas de
 196 pastagens (Nadin et al., 2010, 2012; Trindade et al., 2011).

Os intervalos de confiança simultâneos de 95% de confiança para as diferenças de médias individuais δ_1 , δ_2 e δ_3 são dados por:

$$IC_{\delta_1}(0,95): (-15.2665, 15.4094);$$

$$IC_{\delta_2}(0,95) : (-10.5783, 8.1783);$$

$$IC_{\delta_3}(0,95): (-12.2228, 14.4800).$$

Observa-se que os três intervalos contêm o valor 0 (*zero*). Ou seja, para cada uma das variáveis (*p, r e o*) não há evidências de diferenças entre as medidas obtidas pelo método visual e acústico. Os resultados corroboram que o método acústico é eficiente para quantificar o tempo diário de pastejo, de ruminação e de outras atividades de bovinos (Trindade et al., 2011).

Um ponto importante a ser citado está relacionado à automatização dos dados como algo primordial para a difusão da técnica (Andriamandroso; Bindelle; Lebeau, 2016; Fonseca, 2014).

Para à automação das atividades nos registros sonoros, métodos envolvendo algoritmos baseados no modelo de Markov, árvore binária de decisão e outros, apresentam resultados promissores para detectar e classificar o comportamento ingestivo (Chelotti et al., 2016; Chuanzhong et al., 2016) até mesmo em ambientes com muitos ruídos (Li; Wu, 2015), fato que se enfrenta em ambientes abertos e próximos à estradas e vias urbanas.

Além destes achados, a bioacústica ainda possibilita identificar variáveis exclusivas deste método, como diferentes tipos de movimentos mandibulares, mensurar a energia total de mastigação, estimar a ingestão de matéria de seca em sistemas a pasto, entre outros (Clapham et al., 2011; Fonseca, 2014; Galli et al., 2011). Entretanto, ainda são escassos os estudos que utilizam esta técnica para bovinos em pastagens cultivadas

218 (Volpi, 2017). Trabalhos encontrados na literatura até então foram desenvolvidos na
 219 região Sul do Brasil, especificamente em pastagens nativas do Bioma Pampa.

220 **Conclusões**

221 O método acústico é eficiente para avaliar o comportamento ingestivo de
 222 novilhas Nelore a pasto.

223 A bioacústica como ferramenta possui registro de dados mais preciso e por
 224 período contínuo tempo das atividades de pastejo e ruminação,

225 A bioacústica diminui a probabilidade de erros por sub- ou superestimação de
 226 dados coletados.

227 **Agradecimentos**

228 A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do
 229 Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), CNPq, Capes e Embrapa. Aos técnicos
 230 Odivaldo Goulart e Paulino Gomes.

231 **Referências**

- 232 ANDRIAMANDROSO, A.L.H.; BINDELLE, J. LEBEAU, F. A review on the use of
 233 sensors to monitor cattle jaw movements and behavior when grazing. **Biotechnol.**
 234 **Agron. Soc. Environ.** v.20: p.273–286. 2016. E-ISSN: 1780-4507.
- 235 CARVALHO, P.C.D.F.; TRINDADE, J.K.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J.C.
 236 FONSECA, L. Comportamento Ingestivo de Animais em Pastejo. In: REIS, R.A.;
 237 BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão**
 238 **dos Recursos Forrageiro**. 1ª ed. Multipress. Jaboticabal, p.525–541.
- 239 CARVALHO, P.C.F.; GONDA, H.L.; WADE, M.H.; MEZZALIRA, J.C.; AMARAL,
 240 M.F.; GONÇALVES, E.N.; SANTOS, D.T.; NADIN, L. POLI, C.H. 2006.
 241 Características estruturais do pasto e o consumo de forragem: o quê pastar, quanto

- 242 pastar e como se mover para encontrar o pasto. In: **IV Simpósio sobre Manejo**
 243 **Estratégico da Pastagem**. v.1: p.101–130. 2006.
- 244 CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; FILHO, H.M.N.R.; REFFATTI, M.V.;
 245 GENRO, T.C.M. EUCLIDES, V.P.B. Avanços metodológicos na determinação do
 246 consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36: p.151–170.
 247 2007.
- 248 CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C.; POLI, C.H.E.C.;
 249 NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão :
 250 compreendendo a interface planta- animal para explorar a multi-funcionalidade das
 251 pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38: p.109–122. 2009.
- 252 CHELOTTI, J.O.; VANRELL, S.R.; MILONE, D.H.; UTSUMI, S.A.; GALLI, J.R.;
 253 RUFINER, H.L. GIOVANNI, L.L. 2016. A real-time algorithm for acoustic monitoring
 254 of ingestive behavior of grazing cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**.
 255 v.127: p.64–75. 2016. DOI: 10.1016/j.compag.2016.05.015.
- 256 CHUANZHONG, X.; YAHUA, M.; PEI, W.; LINA, Z.; MIN, H. XIYU, Z. 2016.
 257 Behavior classification and recognition for facility breeding sheep based on acoustic
 258 signal weighted feature. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural**
 259 **Engineering**. v.32: p.195-202. 2016.
- 260 CLAPHAM, WM.; FEDDERS, J.M.; BEEMAN, K.; NEEL, J.P. Acoustic monitoring
 261 system to quantify ingestive behavior of free-grazing cattle. **Computers and**
 262 **Electronics in Agriculture**. v.76: p.96-104. 2011. DOI:
 263 10.1016/j.compag.2011.01.009.
- 264 FONSECA, L. **Os sons do pastejo**. 2014. 98p. Tese (Doutorado). Universidade Federal
 265 do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

- 266 GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; MILONE, D.H. LACA, E.M. Acoustic monitoring of
 267 short-term ingestive behaviour and intake in grazing sheep. **Livestock Science**. v.140:
 268 p.32-41. 2011. DOI: 10.1016/j.livsci.2011.02.007.
- 269 LACA, E.A. WALLIS DE VRIES, M.F. Acoustic measurement of intake and grazing
 270 behaviour of cattle. **Grass and Forage Science**. v.55: p.97–104. 2000. DOI:
 271 10.1046/j.1365-2494.2000.00203.x.
- 272 LI, Y.; WU, Z. 2015. Animal sound recognition based on double feature of spectrogram
 273 in real environment. In: **Anais**. International Conference on Wireless Communications
 274 & Signal Processing, Nanjing, China: 2015. DOI: 10.1109/WCSP.2015.7341003.
- 275 MEZZALIRA, J.C.; CARVALHO, P.C.F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI,
 276 M.V.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K. Aspectos metodológicos do comportamento
 277 ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40: p.1114–1120.
 278 2011.
- 279 MILONE, D.H.; GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; RUFINER, H.L.; LACA, E.A.
 280 Automatic recognition of ingestive sounds of cattle based on hidden Markov models.
 281 **Computers and Electronics in Agriculture**. v.87: p.51–55. 2012. DOI:
 282 10.1016/j.compag.2012.05.004.
- 283 NADIN L.B.; SÁNCHEZ CHOPA, F.; TRINDADE, J.K.; AMARAL, G.; MILANO,
 284 G.D.; MORENO, L.S.; GONDA, H.L. Comparison of methods to quantify bite rate in
 285 calves grazing winter oats with different structures. **Grassland Science in Europe**.
 286 v.15: p.898-900. 2012. DOI:10.1016/j.applanim.2012.03.001.
- 287 NADIN, L.; CHOPA, F.S.; TRINDADE, J.K.; AMARAL, G.A.; GUILLERMO, M.;
 288 LAURA, M.; GONDA, H.L. 2005. Comparison of methods to quantify bite rate in
 289 calves grazing winter oats with different structures. In: Conference: Grassland in a

- 290 Changing world - Grassland Science in Europe. In: **Anais**. Proceedings of the 23rd
 291 general meeting of the european grassland federation. Kiel: 2010.
- 292 NADIN, L.B.; CHOPA, F.S.; GIBB, M.J.; TRINDADE, J.K.; AMARAL, G.A.;
 293 CARVALHO, P.C.F.; GONDA, H.L. Comparison of methods to quantify the number of
 294 bites in calves grazing winter oats with different sward heights. **Applied Animal**
 295 **Behaviour Science**. v.139: p.50–57. 2012. DOI: 10.1016/j.applanim.2012.03.001.
- 296 NELSON, D.E.; ALKON, P.U.; KRAUSMAN, P.R. Using acoustic telemetry to
 297 monitor foraging by penned mule deer. **Wildlife Society Bulletin**. v.33, p.624–632,
 298 2005. DOI: 10.2193/0091-7648(2005)33[624:UATTMF]2.0.CO;2
- 299 SOUZA, MS. **Comportamento ingestivo de bovinos em sistema de pastejo**
 300 **rotacionado submetidos a diferentes estratégias de suplementação**. 2007. 136p.
 301 Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.
- 302 TRINDADE, J K. **Comportamento e consumo de forragem de bovinos de corte em**
 303 **pastagem natural complexa**. 2011. 208p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do
 304 Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre.
- 305 TRINDADE, J.K.; CARVALHO P.C.F.; NEVES, F.P.; PINTO, C.E.; GONDA, H.L.;
 306 NADIN, L.B.; CORREIA, L.H.S. Notas Científicas Potencial de um método acústico
 307 em quantificar as atividades de bovinos em pastejo. **Pesquisa Agropecuária**
 308 **Brasileira**. v.46, p.965–968, 2011.
- 309 UNGAR, E.D.; RUTTER, S.M. Classifying cattle jaw movements: Comparing IGER
 310 Behaviour Recorder and acoustic techniques. **Applied Animal Behaviour Science**.
 311 v.98, p.11–27, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.08.011>.
- 312 VIELLIARD, J.M.E; SILVA, M.L. A Bioacústica como ferramenta de pesquisa em
 313 Comportamento animal. In: **Estudos do Comportamento Animal II**. Belém:
 314 Universidade Federal do Paraná. 2006. p.141-156.

- 315 VOLPI, D. **Bioacústica como metodologia de avaliação do comportamento ingestivo**
316 **e conforto térmico de bovinos em sistemas em integração.** 2017. 73p. Dissertação
317 (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná.

CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bioacústica como ferramenta para avaliar o comportamento ingestivo de bovinos a pasto possui acurácia semelhante à observação visual no que se refere ao pastejo e ruminação. No entanto, sobre o tempo em ócio, interação, mineralização entre outras atividades, a bioacústica não consegue distinguir esses comportamentos. Outro ponto a ser considerado é o cuidado/atenção com a bateria dos equipamentos, de modo a assegurar o pleno funcionamento destes durante o período experimental.

Para uma melhor compreensão sobre o uso da ferramenta bioacústica para a avaliação do comportamento ingestivo de bovinos a pasto, sugere-se que novos estudos devem ser realizados visando aperfeiçoar a técnica e a duração da bateria dos equipamentos.