

Validação da bioacústica como alternativa  
à avaliação visual para monitoramento do  
comportamento ingestivo de bovinos em pastagens





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Gado de Corte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
40**

Validação da bioacústica como  
alternativa à avaliação visual para  
monitoramento do comportamento  
ingestivo de bovinos em pastagens

*Denise Volpi  
Fabiana Villa Alves  
Erlandson Ferreira Saraiva  
Valdemiro Piedade Vidas  
Alan da Silva Arguelho  
Maity Zopollatto  
Roberto Giolo de Almeida*

**Embrapa Gado de Corte  
Campo Grande, MS  
2018**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Gado de Corte**  
Av. Rádio Maia, 830, Zona Rural, Campo Grande, MS,  
79106-550, Campo Grande, MS  
Fone: (67) 3368 2000  
Fax: (67) 3368 2150  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Gado de Cortel

Presidente  
Thais Basso Amaral

Secretário-Executivo  
Rodrigo Carvalho Alva

Membros  
Alexandre Romeiro de Araújo, André  
Dominghetti Ferreira, Andréa Alves do Egito,  
Kadjah Suleiman Jaghub, Liana Jank, Lucimara  
Chiari, Marcelo Castro Pereira, Mariane de  
Mendonça Vilela, Rodiney de Arruda Mauro,  
Wilson Werner Koller

Supervisão editorial  
Rodrigo Carvalho Alva

Revisão de texto  
Rodrigo Carvalho Alva

Tratamento das ilustrações  
Rodrigo Carvalho Alva

Projeto gráfico da coleção  
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica  
Rodrigo Carvalho Alva

Foto da capa  
Freepik

1ª edição  
1ª impressão (2018): eletrônico

#### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Nome da unidade catalogadora

---

Validação da bioacústica como alternativa à avaliação visual para monitoramento  
do comportamento ingestivo de bovinos em pastagens / Denise Volpi ... [et  
al.]. - Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2018.  
PDF (32 p.) : il. color. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa  
Gado de Corte, ISSN 1983-9715 ; 40).

1. Comportamento animal 2. Gado Nelore. 3. Nutrição animal. 4. Pastejo. 5.  
Pecuária. 6. Ruminante. 1. Alves, Fabiana Villa. II. Saraiva, Erlanson Ferreira.  
III. Vigas, Valdemiro Piedade. IV. Arguelho, Alan da Silva. V. Zopollatto, Maity. VI.  
Almeida, Roberto Giolo. VII. Série.

CDD 636.085 (23. ed.)

## Sumário

---

Sumário .....	5
Introdução.....	10
Material e Métodos .....	11
ETAPA 1 – PRÉ-TESTES.....	12
ETAPA 2 – TESTE DE CAMPO.....	22
Resultados e Discussão .....	24
Testes-piloto .....	24
Conclusões.....	30
Agradecimentos.....	30
Referências .....	31



# Validação da bioacústica como alternativa à avaliação visual para monitoramento do comportamento ingestivo de bovinos em pastagens

Denise Volpi<sup>1</sup>

Fabiana Villa Alves<sup>2</sup>

Erlandson Ferreira Saraiva<sup>3</sup>

Valdemiro Piedade Vigas<sup>4</sup>

Alan da Silva Arguelho<sup>5</sup>

Maity Zopollatto<sup>6</sup>

Roberto Giolo de Almeida<sup>7</sup>

**Resumo** – A observação visual do comportamento ingestivo em ruminantes, principalmente naqueles mantidos em pastagens, apesar de comumente utilizada com diferentes finalidades de estudo, é trabalhosa, pouca precisa e empenha grande quantidade de mão-de-obra. Com o avanço da tecnologia em geral, outras metodologias, que fazem uso de sensores mecânicos, ópticos e sonoros, mostram grande potencial de uso em ruminantes. A bioacústica, em particular, adequa-se em experimentos que necessitam tanto de macro quanto de microatividades, otimizando mão-de-obra e com custo relativamente baixo em comparação à outras metodologias automatizadas. Entretanto, por ser um campo de estudo recente na produção animal, as operações de captura e análise dos sons ainda precisam ser refinadas. Dado o exposto, objetivou-se avaliar a acurácia do método acústico, em relação ao método visual, para a quantificação de macroeventos do comportamento ingestivo

---

<sup>1</sup> Zootecnista, Mestre em Zootecnia, UFPR/PPGZ, Curitiba, PR

<sup>2</sup> Zootecnista, Doutora em Ciência Animal e Pastagens, Pesquisadora, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

<sup>3</sup> Matemático, Doutor em Estatística, Professor Adjunto, UFMS, Campo Grande, MS

<sup>4</sup> Matemático, Mestre em Estatística, Professor Assistente, UFMS, Campo Grande, MS

<sup>5</sup> Zootecnista, Mestre em Zootecnia, UEMS, Aquidauana, MS

<sup>6</sup> Eng. Agrônoma, Doutora em Ciência Animal e Pastagens, Professora Adjunta, UFPR, Curitiba, PR

<sup>7</sup> Agrônomo, Doutor em Zootecnia, Pesquisador, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

de bovinos a pasto. Para isso, foram realizados testes-piloto visando superar questões importantes para a utilização da mesma em animais em capô, como a identificação do melhor local para fixação do microfone e o modo de gravação de maior qualidade, entre outros. Alcançadas as configurações ideais, realizou-se observação visual individual instantânea das atividades comportamentais (pastejo, ruminação e outras atividades) de doze fêmeas Nelore em intervalos de dez minutos, por dois dias consecutivos. Após análise estatística, verificou-se que não há diferença estatística entre os métodos visual e acústico para determinação das atividades de pastejo, ruminação e outras atividades. Assim, a bioacústica pode ser utilizada para identificar as atividades de comportamento ingestivo de bovinos a pasto com precisão semelhante ao método visual, com ganhos adicionais em relação ao método de observação visual.

**Termos para indexação:** acústica, alimentação, bem-estar, pastejo, pecuária de precisão, ruminantes, som.



## Validation of bioacoustics as an alternative to visual evaluation to monitor the ingestive behavior of cattle in pastures

**Abstract** – The visual observation of the ruminants ingestive behavior, mainly in those kept at pastures, although commonly used for different study purposes, is laborious, low accuracy and requires a large amount of labor. In general, with the technology advancement other methodologies using mechanical, optical and sound sensors, show great potential use in ruminants. Particularly, bioacoustics is suitable for experiments that require both macro and microactivities, optimizing labor and relatively low cost compared to other automated methodologies. However, because it is field of recent study in animal production, the operations of sound capture and analysis need to be refined yet. The study objective was to evaluate the acoustic method accuracy in relation to visual method, to quantify macroevents of ingestive behavior of cattle at pasture. For this purpose, pilot tests were performed to solve important questions for the use of the method in animals in the field, such as identify the best place to fix the microphone, higher quality recording mode, etc. Achieved ideal settings, instantaneous visual observation of behavioral activities (grazing, rumination and other activities) of twelve Nelore females was performed at ten-minute intervals for two consecutive days. There is not statistical difference between visual and acoustic methods to determine the grazing, rumination and other activities of cattle at pasture. Therefore, bioacoustics can be used to identify the ingestive behavior of cattle at pasture with similar precision to the visual method, still providing additional gains.

**Index terms:** acoustic, feeding, well-being, grazing, precision livestock, ruminants, sound.

---

## Introdução

---

O estudo do comportamento ingestivo diário de bovinos em sistemas extensivos de produção sempre teve importância, no meio científico, do ponto de vista nutricional (PRACHE; GORDON; ROOK, 1998; MELO et al., 2016)). Entretanto, nos últimos anos, outras finalidades foram agregadas a estas avaliações: estudos sobre conforto/ estresse térmico (SOUZA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011), restrições físico-espaciais (HANDCOCK et al., 2009), restrição hídrica (BAILEY, 2005), status sanitário (SANTANA Jr; CARDOSO; SILVA, 2010). Em todas as aplicações, assume-se a premissa de que o comportamento animal constitui a forma mais imediata de reação do mesmo ao meio circunstante, pois estes usam de sua liberdade de movimento e interação aos estímulos bióticos e abióticos para se adaptarem ao meio no qual vivem (KILLEN et al., 2013).

O comportamento ingestivo em bovinos é caracterizado por um fluxo contínuo de movimentos e acontecimentos embasados em três atividades principais: ruminação, pastejo e outras atividades (ócio, mineralização, abeberação, micção e defecação). Várias são as metodologias empregadas para sua discriminação e quantificação, desde as mais simples, como a observação visual, até as que utilizam sensores de pressão, pizoelétricos, acelerométricos ou acústicos (ANDRIAMANDROSO et al., 2016). A escolha do método de verificação depende da espécie ou raça estudada e da finalidade do estudo, pois, conforme o método empregado, consegue-se distinguir de macroeventos (atividades principais) a detalhes (quantidade de movimentos mandibulares e atividades mistas, como mastigação-ruminação). Quando comparadas entre si, a precisão das técnicas que utilizam sensores é sempre maior em relação à observação visual, mas variável entre si de acordo com o tipo de sensor, sua posição no animal, a frequência e intervalo de amostragem e o método de análise pós-aquisição (GALLI et al., 2011; SOUTO, 2005).

A observação visual por amostragem instantânea (*scan sampling*), embora possa não demandar equipamentos caros e proporcione boa descrição do comportamento ingestivo em geral, apresenta algumas limitações: (i) necessidade de mais de um observador, o que pode levar a erros de parcialidade na avaliação, mesmo considerando um etograma comum; (ii) necessidade de atenção constante do observador, tornando o processo tedioso e desgastan-

te, com comprometimento do registro correto das atividades; (iii) dificuldade em se realizar observações noturnas.

Neste contexto, a bioacústica, método que se utiliza de equipamentos simples para o registro de sons de diferentes naturezas, apresenta resultados animadores na avaliação do comportamento ingestivo de bovinos em sistemas extensivos, apesar de ainda ser a observação visual o método mais utilizado para essa finalidade (ALVES et al, 2017; MILONE et al., 2009; NADIN et al., 2012).

Algumas limitações tecnológicas, como a dependência do uso de microfones construídos para captar sons audíveis para humanos e operar em ambientes controlados, adaptados ao animal para aquisição dos sons mandibulares em ambientes externos com condições adversas, comprometem a captura e qualidade dos registros sonoros, e podem limitar sua ampla utilização em experimentos em campo também limitam trabalhos em campo com gravações contínuas. O uso de gravadores portáteis digitais facilita o acoplamento do conjunto registrador (gravador + microfone) ao animal, mas a pouca autonomia de sua bateria pode também comprometer trabalhos que requerem longas gravações contínuas. Por fim, a decisão empírica entre escolher formatos de gravação de arquivos com maior compactação (MP3 e MPEG), que requerem menos espaço de armazenamento, mas que possuem baixa fidelidade e perda de informações, em detrimento de outros (WMA), não compactados.

Dado o exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a acurácia do método acústico, em relação ao método visual, para o monitoramento e quantificação de macroeventos (pastejo, ruminação e ócio) do comportamento ingestivo de bovinos Nelore a pasto.

## Material e Métodos

---

### *Local e condições experimentais*

Todas as fases da pesquisa foram conduzidas no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Embrapa Gado de Corte), localizado em Campo Grande – MS, nos meses de abril e maio de 2017. O uso de animais e as metodologias aplicadas foram previamente aprovadas pela Comissão de Ética para Uso de Animais da Embrapa Gado de Corte sob número de protocolo 013/2014.

Para a avaliação do comportamento ingestivo por observação visual, adotou-se a metodologia proposta por Setz (1991) ou scan sampling. Para a bioacústica, os equipamentos utilizados foram: gravador, microfone e GPS. Maiores detalhes sobre as metodologias encontram-se descritos no item “Etapa 2 – Teste de campo”. Porém, antes da aplicação da bioacústica a campo, foram necessários testes-piloto, visto que à época do experimento não foi encontrada na literatura referência à utilização do método com bovinos de corte em pastagens (somente em situações experimentais controladas ou em pequenas áreas, do tipo “canteiros”). Assim, o trabalho foi realizado em duas etapas:

**Etapa 1 – Pré-testes:** esta fase, caracterizada pela realização de quatro testes-piloto sequenciais, envolveu a elucidação de alguns entraves da técnica para uso em animais Nelore em pastagens, como identificar a duração total das baterias dos equipamento (verificação da autonomia de registro), o posicionamento do microfone e do conjunto registrador (gravador e GPS) no animal, a configuração do registro de áudio, entre outros, que surgiriam no decorrer das avaliações (como por exemplo, assegurar a manutenção da integridade dos aparelhos, que não foram projetados para uso em animais não-domesticados).

**Etapa 2 - Teste de campo:** esta etapa serviu para a validação dos achados na etapa anterior, e foi constituída pela realização de experimento para avaliação do comportamento ingestivo em animais Nelore, mantidos em pastagens, utilizando duas técnicas (bioacústica e observação visual).

## ETAPA 1 – PRÉ-TESTES

### *Teste-piloto 1*

Neste primeiro teste, avaliou-se essencialmente a autonomia das baterias utilizadas para alimentação do gravador e GPS, diferentes posicionamentos dos aparelhos (lado esquerdo e direito da face), tipo de microfone (comum, do tipo “de mesa”), posicionamento do microfone (acima do focinho) e riscos à integridade dos equipamentos. Para isso, foram utilizados dois animais em um piquete de Tifton (*Cynodon* spp), que receberam os equipamentos sem qualquer pré-condicionamento. Os dados registrados foram desprezados.

Antes de iniciar a avaliação propriamente dita, os equipamentos (gravador e GPS), envoltos por plástico-bolha para maior proteção contra umidade e danos físicos, foram acomodados em um invólucro confeccionado artesanalmente

com plástico corrugado de polipropileno alveolar (tipo polionda) de 3mm. Este continha um furo em uma das extremidades para permitir a saída do cabo do microfone, conectado ao gravador, o qual foi fixado na focinheira do buçal, em correspondência do chanfro. O conjunto (caixa com gravador e GPS) foi fixado lateralmente aos buçais de couro (Figura 1), e estes colocados nos animais. Todos os componentes foram envolvidos com fita adesiva “silver tape” de alta resistência e acoplados ao buçal com o mesmo material (Figura 2).



**Figura 1.** Posição da caixa e microfone ao lado direito (A) e esquerdo (B) dos buçais e posição nos animais.



**Figura 2.** Equipamentos inseridos na caixa de proteção aberta (A) e acoplamento desta e do microfone ao lado esquerdo do buçal (B).

Detalhes sobre as especificações de configuração e confecção dos equipamentos e acessórios utilizados encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição detalhada dos equipamentos utilizados para teste-piloto 1 de avaliação do comportamento ingestivo em bovinos em sistemas extensivos.

Item	Marca/modelo	Configurações/ características	Disposição/ localização no animal
Gravador*	Olympus/VN 701 PC	Formato de áudio WMA 32, autoajuste para gravação em modo conferência	Acondicionado em invólucro de proteção, fixado no cabresto, em correspondência da bochecha
GPS*	Garmin/eTrex 10	Registro do trajeto percorrido a cada 10 minutos	Acondicionado em invólucro de proteção, fixado no cabresto, em correspondência da bochecha
Microfone	Knup/KP-903 (“de mesa”)	Sem alterações (usado como tal)	Adaptado ao cabresto, acima do focinho
Pilha	Panasonic®	Não-alcálinas	---

\* Equipamentos alimentados com pilhas.

Os buçais foram colocados nos animais pela manhã e retirados à tarde, totalizando cerca de 6 horas de avaliação.

### *Teste-piloto 2*

O segundo teste-piloto se propôs novamente a avaliar a autonomia de baterias, o tipo (microfone de lapela) e posicionamento (dois locais) do microfone e a integridade dos equipamentos pós-avaliação. Para isso, foram utilizados quatro animais, mantidos na mesma área do ensaio anterior. Concomitantemente, realizou-se observação visual do comportamento ingestivo para verificar possíveis disparidades de avaliação.

Os microfones foram fixados na parte abaxial do buçal (abaixo da boca) e na focinheira (no chanfro, acima do focinho) (Figura 3). Na primeira posição, tomou-se o cuidado de imobilizar as argolas de metal da corrente do buçal





**Figura 3.** Microfones na parte abaxial (A) e na focinheira (B) do buçal.

com fita “silver tape” para que não produzissem som ao baterem umas nas outras e interferirem no registro sonoro.

Da mesma forma do teste anterior, o gravador e o GPS foram envoltos por plástico-bolha e dispostos dentro de invólucro para, então, serem fixados ao buçal. Decorridas cerca de 28 horas contínuas de avaliação, os equipamentos foram retirados.

Detalhes sobre as especificações de configuração e confecção dos equipamentos e acessórios utilizados encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Descrição detalhada dos equipamentos utilizados para teste-piloto 2 de avaliação do comportamento ingestivo em bovinos em sistemas extensivos.

Item	Marca/modelo	Configurações/ características	Disposição/ localização no animal
Gravador*	Olympus/VN 701 PC	Formato de áudio WMA 32, autoajuste para gravação em modo conferência	Acondicionado em invólucro de proteção, fixado no cabresto, em correspondência da bochecha
GPS*	Garmin/ eTrex 10	Registro do trajeto percorrido a cada 10 minutos	Acondicionado em invólucro de proteção, fixado no cabresto, em correspondência da bochecha
Microfone	Genérico (“de lapela”)	Sem alterações (usado como tal)	Ligado ao buçal (acima do focinho e abaixo da boca)
Pilha	Panasonic®	Não-alcálinas	---

### *Teste-piloto 3*

A curiosidade dos animais, o registro sonoro de má qualidade e a deterioração dos microfones, observadas no Teste-piloto 2, tornaram necessária a realização de uma terceira avaliação. Para isso, foram utilizados 12 animais alocados na área experimental que posteriormente seria utilizada para a validação do método.

Objetivando principalmente reduzir a deterioração dos microfones para que os registros sonoros fossem de qualidade, permitindo, assim, a identificação e a classificação automática das atividades por meio de software específicos, algumas configurações e especificações dos equipamentos foram modificadas, como descrito na Tabela 3.

A inserção do microfone em uma cápsula de isopor (Figura 4) teve como objetivo direcionar a captação do som e reduzir os ruídos ambientais. Para tal, o bloco de isopor que continha o microfone possuía somente um orifício, para exposição de parte da extremidade do microfone, e a face furada ficou em contato com a pele do animal. Alterou-se também o local de fixação do microfone, agora aderido à face interna do buçal, próximo à mandíbula.



**Tabela 3.** Descrição detalhada dos equipamentos utilizados para teste-piloto 3 de avaliação do comportamento ingestivo em bovinos em sistemas extensivos.

Item	Marca/modelo	Configurações/ características	Disposição/ localização no animal
Gravador1	Sony/ICD PX 240	Formato de áudio MP3, baixa sensibilidade do microfone, modo high quality (HQ)	Acondicionado em invólucro de proteção, fixado no cabresto, em correspondência da bochecha
GPS2	Garmin/ eTrex 10	Registro do trajeto percorrido a cada 10 minutos	Acondicionado em invólucro de proteção, fixado no cabresto, em correspondência da bochecha
Microfone	Genérico (“de lapela”)	Inserido em cápsula de isopor	Ligado ao buçal, próximo a mandíbula
Pilha	Sony® (gravador) Panasonic® (GPS)	Não-alcálinas	---



**Figura 4.** Detalhes do microfone inserido em cápsula de isopor.

Em seis animais, o microfone foi posicionado ao lado direito da cabeça, e, em outros seis, ao lado esquerdo. Manteve-se a forma de fixação dos equipamentos ao buçal dos testes anteriores (Figura 5).

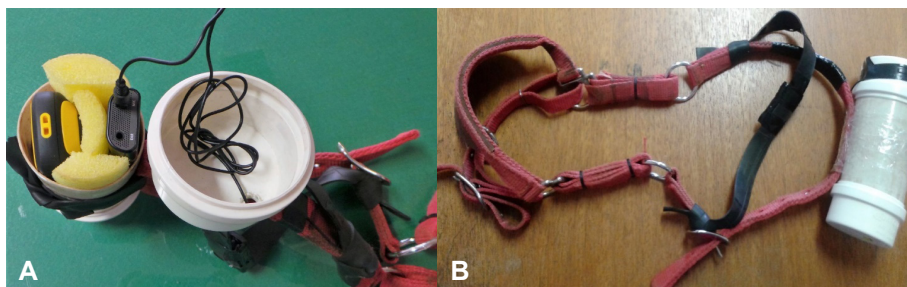


**Figura 5.** Microfone aderido à face interna do buçal, próximo à mandíbula (lado esquerdo).

### *Teste-piloto 4 - Final*

Seguindo o formato dos testes anteriores, i.e. aos poucos ajustar cada fator que comprometesse a coleta de dados, neste se optou por modificar os seguintes pontos: utilizar pilhas alcalinas que, sabidamente, possuem maior autonomia de carga em relação às pilhas convencionais, visando assegurar a gravação de dados durante o período total do experimento; substituir o invólucro plástico maleável por cápsula rígida de policloreto de polivinila (PVC), com furo em uma das extremidades para a passagem do cabo do microfone; alterar o local de fixação do conjunto registrador para a nuca do animal (atrás da marrafa), e; alterar a localização do microfone para a frente, objetivando melhor captação do registro sonoro por meio da propagação de ondas sonoras através do osso frontal craniano.

Os equipamentos foram acomodados na cápsula de PVC separados por espuma, para evitar choques (Figura 6). A cápsula de isopor contendo o microfone foi mantida, devido aos bons resultados obtidos no teste anterior. Esta, porém, foi inserida em uma faixa elástica (tira de borracha) acoplada ao cabresto, proporcionando uma leve pressão e maior aderência do mesmo à frente do animal (Figuras 6 e 7). A forma de fixação dos equipamentos ao buçal foi mantida (com fita adesiva de alta resistência), mas foram feitos alguns reforços com braçadeiras de nylon. Utilizou-se o mesmo número de animais, nas mesmas condições descritas no “Teste-piloto 3”.



**Figura 6.** Cápsula de PVC para a proteção do gravador e GPS, imobilizados com espuma (A) e disposição do conjunto cápsula/ microfone no buçal (B).



**Figura 7.** Fixação do microfone na frente e cápsula de proteção apoiada na nuca.

Maiores detalhes dos equipamentos e acessórios utilizados neste teste são descritos na Tabela 4.



**Tabela 4.** Descrição detalhada dos equipamentos utilizados para teste-piloto 4 de avaliação do comportamento ingestivo em bovinos em sistemas extensivos.

Item	Marca/modelo	Configurações/ características	Disposição/ localização no animal
Gravador	Sony/ICD PX240	Formato de áudio MP3, baixa sensibilidade do microfone, modo high quality (HQ), função ambiente “reunião”	Acondicionado em tubo de PVC
GPS	Garmin/ eTrex 10	Registro do trajeto percorrido a cada 10 minutos	Acondicionado em tubo de PVC <sup>1</sup>
Microfone	Genérico (“de lapela”)	Inserido em cápsula de isopor, ficado com tira elástica	Fronte
Pilha	Duracell® (gravador) Flex® (GPS)	Alcalinas (gravador) Recarregáveis Ni-Mh (GPS)	---

<sup>1</sup> Tubo em policloreto de polivinila, 75mm x 15 cm, fechado nas extremidades com tampa para esgoto do tipo “cap”

Como base para a avaliação por bioacústica, adotou-se os achados do “Teste-Piloto 4- Final”, e decorridas 48 horas de avaliação, os equipamentos foram retirados e os arquivos de registros sonoros transferidos ao computador. Os dados foram analisados e rotulados por meio do *software* Audacity® versão 2.1.2. Este foi escolhido por ser de uso livre, possuir diversos recursos úteis à técnica proposta (remoção de ruídos e edição simplificada de cortar, copiar e colar os arquivos) e interface autoexplicativa, o que facilita o uso mesmo por pessoas com pouca experiência em manipulação de dados de registros sonoros. Não foi aplicado nenhum processamento e/ou refinamento do registro sonoro antes de identificar as atividades.

O *software* escolhido para avaliação dos registros sonoros (Audacity), apesar de concebido mostrou-se adequado para arquivos que permitiu rotular cada atividade do comportamento ingestivo, tanto por meio da audição como também visualmente, pelo formato da onda sonora. A rotulação dos dados consistiu na segmentação do arquivo de áudio de cada animal em faixas correspondentes as macroatividades, conforme

características das ondas sonoras. Considerando o objetivo do trabalho - mensurar macroatividades do comportamento ingestivo de bovinos a pasto – não foram determinadas microatividades, como taxa de bocado ou movimentos mandibulares/minuto. Pausas com duração menor que 5 minutos foram desconsideradas e rotuladas como continuação do comportamento anterior.

## ETAPA 2 – TESTE DE CAMPO

Resolvidos os principais problemas para aplicação da metodologia de avaliação do comportamento ingestivo utilizando a bioacústica (BA), partiu-se para a validação da técnica, em condições a campo. Para tal, utilizou-se uma área 12 ha, subdividida em oito piquetes de 1,5 ha, distribuídos em dois sistemas de produção: sistema em integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha (22 m x 2 m), e pastagem arborizada, com 5 árvores nativas/ ha. Todos os piquetes continham bebedouros e cochos para sal mineral.

Foram utilizadas doze fêmeas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), com idade média de 30 meses e peso corporal médio de 400 kg.

Simultaneamente à coleta dos dados por meio da BA, foi realizada a observação visual instantânea individual (*scan sampling*) (SETZ, 1991), em intervalos de 10 minutos, considerada *gold standard* para determinação de comportamento ingestivo em bovinos em pastagens (SANTANA et al., 2012). A OV serviu como referência (controle), com a finalidade de apontar possíveis fontes de erro e interferência nas gravações. Para as atividades “ingestão de água” e “mineralização”, foi realizado registro pontual. Como os animais estavam em pastagens integradas com árvores, foi registrado também o comportamento “roçando árvores”, apesar deste não fazer parte do comportamento ingestivo.

As observações foram realizadas por pessoas treinadas para a atividade, utilizando binóculos de uso florestal (Bushnell, 8 x 42 mm), posicionadas de forma que houvesse a mínima interferência no comportamento natural dos animais observados (Figura 8).



**Figura 8.** Observação visual de bovinos à pasto com auxílio de binóculos.

As atividades de pastejo, ruminação, ócio e outras atividades (ingestão de água, ingestão de sal mineral, roçando em árvores); posições corporais (em pé ou deitado) e; localização (sol ou sombra) foram anotadas em planilhas específicas (Figura 9). Para a determinação da localização, foram considerados ao sol os animais que estivessem com  $\geq 50\%$  de seu corpo exposto ao sol e, à sombra, quando  $> 51\%$  do corpo estivesse à sombra (KENDALL et al., 2006).

Para permitir comparar as metodologias, os dados de ambos (métodos visual e acústico) foram transformados em total de minutos de cada atividade, e calculadas as médias por animal.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com doze repetições (animais). Verificada a distribuição normal, aplicou-se o teste de comparação pareada e intervalos de confiança de 5%.

Hora	Pastejando sol	Pastejando sombra	Ruminando sol em pé	Ruminando sol deit.	Ruminando sombra em pé	Ruminando sombra deit.	Ócio sol em pé	Ócio sol deit.	Ócio sombra em pé	Ócio sombra deit.	Bebendo água	Mineralizando	Roçando árvores
06:00													
06:10													
06:20													
06:30													
06:40													
06:50													
07:00													
07:10													
07:20													
07:30													
07:40													

**Figura 9.** Exemplo de planilha para registro manual do comportamento ingestivo.

## Resultados e Discussão

### Testes-piloto

Os testes-piloto, como relatado anteriormente, serviram para a resolução progressiva de dúvidas/ problemas do tipo operacional, visto a bioacústica ser uma metodologia nova para avaliação de comportamento ingestivo em bovinos nelores, reconhecidamente mais difíceis de manejar.

No **primeiro ensaio**, chegou-se às seguintes conclusões:

1. O uso de pilhas do tipo comum (não-alcalinas) possibilitou o registro sonoro, em modo WMA 32, por todo o período experimental pré-estabelecido (6 horas);



2. O posicionamento do gravador e GPS ao lado da bochecha do animal não interfere na captação do som, mas o registro sonoro obtido pelo microfone posicionado próximo ao focinho não atinge qualidade suficiente para a distinção das atividades (sons com alta saturação);

3. Os animais são curiosos e tendem a “mexer” nos buçais uns dos outros, requerendo proteção externa. Um dos microfones, por exemplo, teve a proteção de espuma arrancada e uma caixa se soltou do buçal (ficou pendurada por um resquício de fita). Isto não causou danos aos equipamentos em si, que se encontravam intactos, mas poderia trazer problemas à sua integridade.

No **segundo ensaio**, chegou-se aos seguintes resultados:

1. As pilhas do tipo comum (não-alcálinas) conseguiram suportar 26 horas de gravação em modo WMA 32;

2. Os aparelhos de GPS, entretanto, devido ao seu maior consumo de energia, funcionaram por menos tempo que os gravadores;

3. Os microfones, mesmo isolados com fita de alta resistência, sofreram vários danos. De fato, as novilhas, mesmo tendo sido pré-condicionadas ao uso do buçal, despenderam tempo significativo interagindo com os equipamentos alheios, bem como se coçando em cercas, o que potencializou a deterioração dos microfones. Isto resultou em má qualidade do registro sonoro obtido, independente do local de fixação dos microfones;

4. No geral, o microfone localizado na flocinha do buçal proporcionou menos falhas no registro e melhor captação do som. Apesar do microfone na parte abaxial do buçal estar mais próximo à boca, foi registrada maior quantidade de ruídos captados, devido ao roçar do mesmo na forragem, dificultando a análise do arquivo sonoro. Além disso, verificou-se o risco de se molhar os microfones no momento de ingestão de água pelo animal, caso não estejam bem isolados pela fita, com danos ao mesmo.

No **terceiro ensaio**, observou-se que:

1. Decorrida aproximadamente 52 horas após a colocação dos conjuntos nos animais, os registros sonoros obtidos possuíam, em média, somente 28

horas de duração. Provavelmente, a duração das cargas das pilhas, não alcalinas, foi o fator limitante para a gravação na totalidade do tempo em que os animais permanecerão em avaliação. Os GPS funcionaram por período semelhante ao dos gravadores;

2. Os microfones fixados ao lado esquerdo do buçal captaram melhor nos sons mandibulares. No lado direito, houve muita interferência da caixa e dos equipamentos se movimentando em seu interior (mesmo a caixa tendo sido projetada para contê-los sem folga), influenciando a qualidade final do registro sonoro;

3. Antes do término do período de avaliação, cinco caixas se soltaram dos buçais. Constatou-se visualmente que, quando as novilhas posicionavam a cabeça por entre os fios da cerca, as caixas enganchavam e, com a tração, a fita se rasgava, apontando ser imprópria para contenção e proteção dos equipamentos.

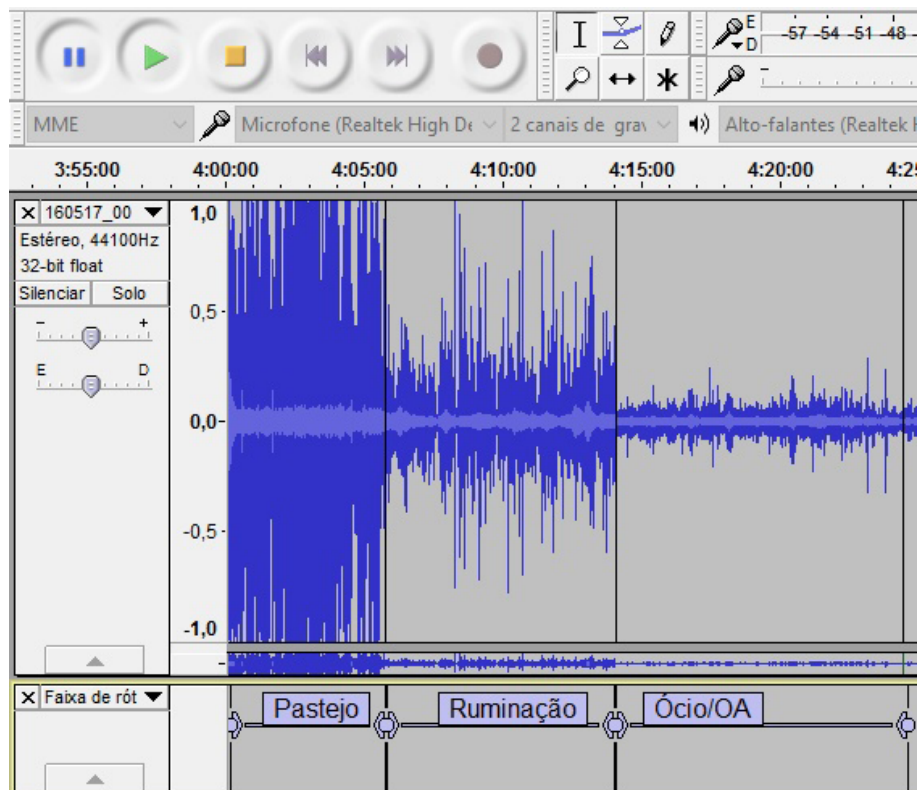
Finalmente, no último teste-piloto realizado, chegou-se a conclusão que:

1. após 48 horas de avaliação, apenas 25% das gravações não atingiram o período total de avaliação devido a interferências no registro;
2. o microfone disposto na frente do animal foi a melhor opção entre todas as testadas, permitindo facilmente identificar as atividades registradas, após análise com o software escolhido;
3. a cápsula de PVC disposta na nuca não sofreu avarias durante a avaliação, mantendo a integridade do gravador e GPS.

Assim, após 4 testes de melhoramento contínuo, decidiu-se por adotar as soluções que assegurariam, a princípio, resultados confiáveis e suficientes para fins de comparação com a metodologia por observação visual.

Durante o pré-processamento dos registros de áudio obtidos, observou-se que, apesar de todos os cuidados tomados, os arquivos apresentavam muita saturação e interferências; mesmo assim, ainda foi possível distinguir as atividades adequadamente (Figura 10).

O pastejo, por compreender ações de caminhada (busca), seleção, apreensão e arranquio da forragem, apresentou maior amplitude, frequências

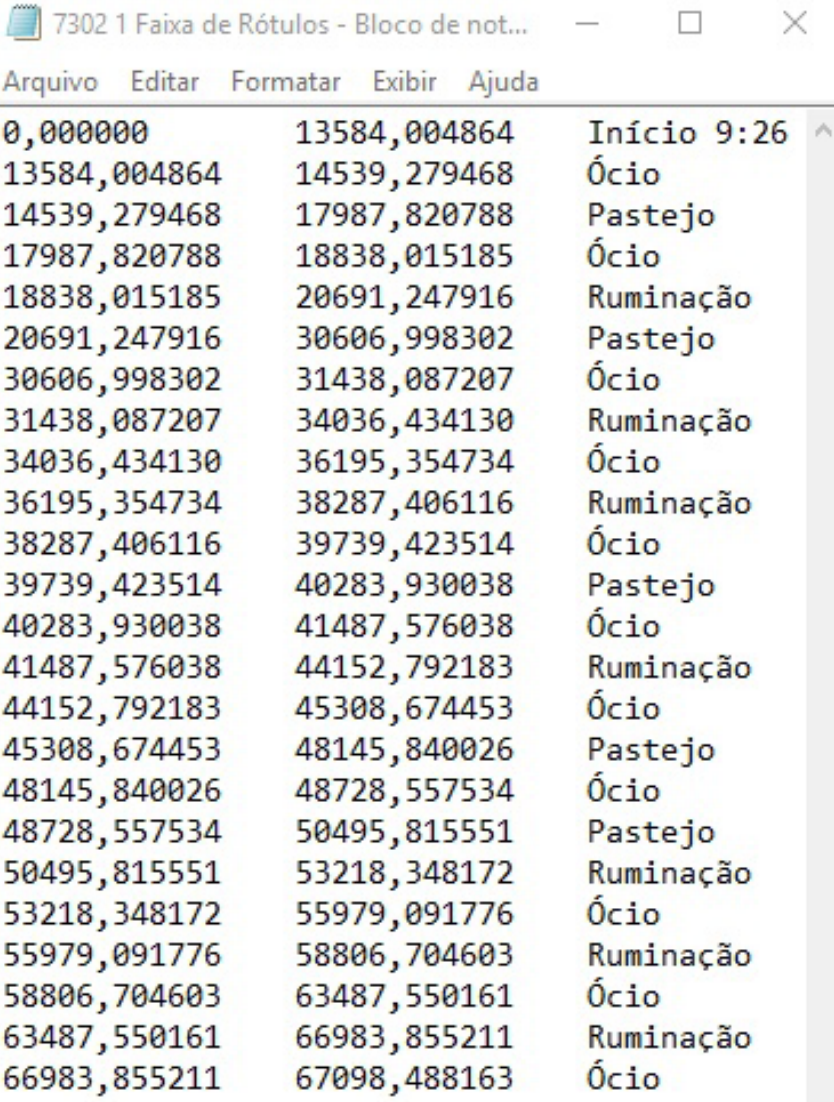


**Figura 10.** Imagem de rotulação de um fragmento de registro sonoro no software Audacity.

inconstantes e caracterizou-se como longos períodos de escala de tempo, geralmente horas. A ruminação, também de duração em horas, apresentou ritmicidade e constância; foi possível, inclusive, identificar os bolos alimentares engolidos e regurgitados pelo animal. Atividades que não eram pastejo nem ruminação constituíram “outras atividades” que, de maneira geral, não apresentaram onda sonora definida, visto as diferentes ações, e ocorreram de forma repentina com durações variáveis. Por sua vez, o ócio foi caracterizado pela ausência ou baixa produção de sons.

Cada registro sonoro completo (24 horas), foi analisado em aproximadamente quatro horas, o que demonstra outra vantagem do método bioacústico em relação ao visual: otimização de tempo e de mão de obra.

Após a etapa de pré-processamento manual dos arquivos, foi gerada pelo software uma saída de dados em formato “.txt” com informações agrupadas de início e término das atividades, em segundos, conforme a Figura 11.



The image shows a screenshot of a text editor window titled "7302 1 Faixa de Rótulos - Bloco de not...". The window contains a table with three columns: start time, end time, and activity name. The data is as follows:

Arquivo	Editar	Formatar	Exibir	Ajuda
0,000000	13584,004864	Início 9:26		
13584,004864	14539,279468	Ócio		
14539,279468	17987,820788	Pastejo		
17987,820788	18838,015185	Ócio		
18838,015185	20691,247916	Ruminação		
20691,247916	30606,998302	Pastejo		
30606,998302	31438,087207	Ócio		
31438,087207	34036,434130	Ruminação		
34036,434130	36195,354734	Ócio		
36195,354734	38287,406116	Ruminação		
38287,406116	39739,423514	Ócio		
39739,423514	40283,930038	Pastejo		
40283,930038	41487,576038	Ócio		
41487,576038	44152,792183	Ruminação		
44152,792183	45308,674453	Ócio		
45308,674453	48145,840026	Pastejo		
48145,840026	48728,557534	Ócio		
48728,557534	50495,815551	Pastejo		
50495,815551	53218,348172	Ruminação		
53218,348172	55979,091776	Ócio		
55979,091776	58806,704603	Ruminação		
58806,704603	63487,550161	Ócio		
63487,550161	66983,855211	Ruminação		
66983,855211	67098,488163	Ócio		

**Figura 11.** Exemplo de saída de dados do software Audacity, com duração das atividades de comportamento ingestivo em segundos.

Com o auxílio do Excel, os dados gerados no software foram convertidos de segundos para horas e minutos, com indicações detalhadas de duração, intervalo e momento exato de início e término de cada atividade (Figura 12).

AE	Duração			Intervalo (s)		Atividade	Horário	Intervalo (00h00min)		
	segundos	minutos	horas (dec)							
1	Animal 7302									
2	Piq. 07 (ILPF)	13584.004864	226.40	3.77	0.000000	13584.004864	14539.279468	Início	9:26	3:46
3		955.274604	15.92	0.27	13584.004864	14539.279468	17987.820788	Ócio	13:12	0:15
4		3448.541320	57.48	0.96	14539.279468	17987.820788		Pastejo	13:27	0:57
5		850.194397	14.17	0.24	17987.820788	18838.015185		Ócio	14:24	0:14
6		1853.232731	30.89	0.51	18838.015185	20691.247916		Ruminação	14:38	0:30
7		9915.750386	165.26	2.75	20691.247916	30606.998302		Pastejo	15:08	2:45
8		831.088905	13.85	0.23	30606.998302	31438.087207		Ócio	17:53	0:13
9		2598.346923	43.31	0.72	31438.087207	34036.434130		Ruminação	18:06	0:43
10		2158.920604	35.98	0.60	34036.434130	36195.354734		Ócio	18:49	0:35
11		2092.051382	34.87	0.58	36195.354734	38287.406116		Ruminação	19:24	0:34
12		1452.017398	24.20	0.40	38287.406116	39739.423514		Ócio	19:58	0:24
13		544.506524	9.08	0.15	39739.423514	40283.930038		Pastejo	20:22	0:09
14		1203.646000	20.06	0.33	40283.930038	41487.576038		Ócio	20:31	0:20
15		2665.216145	44.42	0.74	41487.576038	44152.792183		Ruminação	20:51	0:44
16		1155.882270	19.26	0.32	44152.792183	45308.674453		Ócio	21:35	0:19
17		2837.165573	47.29	0.79	45308.674453	48145.840026		Pastejo	21:54	0:47
18		582.717508	9.71	0.16	48145.840026	48728.557534		Ócio	22:41	0:09
19		1767.258017	29.45	0.49	48728.557534	50495.815551		Pastejo	22:50	0:29
20		2722.532621	45.38	0.76	50495.815551	53218.348172		Ruminação	23:19	0:45
21		2760.743604	46.01	0.77	53218.348172	55979.091776		Ócio	0:04	0:46
22		2827.612827	47.13	0.79	55979.091776	58806.704603		Ruminação	0:50	0:47

Figura 12. Estruturação e detalhamento dos dados de bioacústica em planilha Excel.

As diferenças de tempo, calculadas por comparação pareada, apontam que os métodos visual e acústico são semelhantes entre si, visto que  $T = 6,15$  é menor que o valor crítico de 19,03. A equação de teste utilizada foi:

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

Onde,  $T^2$  é a variável resposta;  $\bar{x}$  - o vetor de médias, e;  $S_x$  a matriz de covariância.

Por sua vez, o cálculo do valor crítico, considerando  $\alpha = 0,05$ , se baseou na respectiva fórmula:

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

Onde,  $F_{p,n-p}$  representa o quantil  $\alpha$  da distribuição F-Snedcor, com  $p$  graus de liberdade no numerador e  $n-p$  graus de liberdade no denominador.

Isto corrobora os resultados de outros estudos que também constataram semelhança entre os métodos de bioacústica e visual, em avaliações com outras finalidades, em diferentes tipos de pastagens, e outras raças (NADIN et al., 2010; CLAPHAM et al., 2011; DA TRINDADE et al., 2011; NADIN et al., 2012).

Os resultados obtidos são promissores e o desenvolvimento e aperfeiçoamento do método para uso em escalas maiores, com apelo mercadológico e/ou científico, certamente será realidade em breve.

## Conclusões

---

1. Não houve diferença significativa entre os métodos acústico e visual quanto a discriminação e quantificação de macroeventos (pastejo, ruminção e ócio) do comportamento ingestivo de bovinos nelores em pastagens;
2. O método acústico permite determinar com alta acurácia as atividades do comportamento ingestivo de bovinos em pastagens durante períodos relativamente longos de avaliação, incluindo avaliações noturnas;
3. Recomenda-se a realização de testes pilotos antes da execução propriamente dita de ensaios que utilizem a bioacústica, objetivando adaptar os equipamentos para as condições (raça, sistema de produção, tipo de forragem) e finalidades do experimento/ uso.

## Agradecimentos

---

À Embrapa Gado de Corte, pela infraestrutura e apoio técnico-científico, à FUNDECT e CNPq pelo aporte financeiro, e ao Dr. Julio Kuhn da Trindade, pelo inestimável apoio à execução deste estudo.



## Referências

---

- ALVES, F. V. O componente animal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração: a produção sustentável**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. p.143-154.
- ALVES, F. V.; VOLPI, D.; ARGUELHO, A. da S.; ZOPOLLATTO, M. **Bioacústica como ferramenta de avaliação do comportamento ingestivo de bovinos a pasto**. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 244). Brasília, DF: Embrapa, 2017. 36 p.
- Euclides Filho, K., Corrêa, E.S., Euclides, V.P.B., 2002. Boas práticas na produção de bovinos de corte. EMBRAPA Document Series No. 129, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Campo Grande, MS, 25 pp
- BAILEY, D. W. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Rangeland Ecology and Management**, v.58, p.109-118, 2005.
- CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. **Manejo Sustentável em Pastagem**, v.1, p.1-20, 2005.
- CLAPHAM, William M.; FEDDERS, James M.; BEEMAN, Kim.; NEEL, James P.S. Acoustic monitoring system to quantify ingestive behavior of free-grazing cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 76, p. 96-104, 2011.
- DA TRINDADE, J. K.; CARVALHO, P. C. F.; NEVES, F. P.; PINTO, C. E.; GONDA, H. L.; NADIN, L. B.; CORREIA, L. H. S. Potencial de um método acústico em quantificar as atividades de bovinos em pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.8, p.965-968, 2011.
- DECRUYENAERE, V.; BULDGEN, A.; STILMANT, D. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, v.13, n.4, p.559-573, 2009.
- FORBES, T. D. A. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animal. **Journal of Animal Science**, v.66, n.9, p.2369-2379, 1989.
- GALLI, J. R.; CANGIANO, C. A.; MILONE, D. H.; LACA, E. A. Acoustic monitoring of short-term ingestive behaviour and intake in grazing sheep. **Livestock Science**, v.140, n.1-3, p.32-41, 2011.
- HANDCOCK, R. N.; SWAIN, D. L.; BISHOP-HURLEY, G. J.; PATISON, K. P.; WARK, T.; VALENCIA, P.; CORKE, P.; O'NEILL, C. J. Monitoring animal behavior and environmental interactions using wireless sensor networks, GPS collars and satellite remote sensing. **Sensors**, v.9, p.3586-3603, 2009.
- KENDALL, P. E.; NIELSEN, P. P.; WEBSTER, J. R.; VERKERK, G. A.; LITTLEJOHN, R. P.; MATTHEWS, L. R.. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. **Livestock Science**, v.103, p.148-157, 2006.
- KILLEN, S. S.; MARRAS, S.; METCALFE, N. B.; MCKENZIE, D. J.; DOMENICI, P. Environmental stressors alter relationships between physiology and behavior. **Trends in Ecology & Evolution**, v.28, n.11, p.651-658, 2013.
- MELO, J. C.; ALEXANDRINO, E.; PAULA NETO, J. J.; REZENDE, J. M.; SILVA, A. A. M.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, A. K. R. Comportamento ingestivo de bovinos em capim-piatã sob lotação intermitente em resposta a distintas alturas de entrada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.3, p.385-400, 2016.

- 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, n.2, p.228-237, 2009.
- 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.
- NADIN, L. B.; CHOPA, F. S.; GIBB, M. J.; TRINDADE, J. K.; AMARAL, G. A.; CARVALHO, P. C. F.; GONDA, H. L. Comparison of methods to quantify the number of bites in calves grazing winter oats with different sward heights. **Applied Animal Behaviour Science**, v.139, n.1-2, p.50-57, 2012.
- OLIVEIRA, S. E. O.; COSTA, C. C. M.; SOUSA Jr, J. B. F.; COSTA, L. L. M.; QUEIROZ, J. P. A. F.; MAIA, A. S. C. **Efeitos da radiação solar no tempo de pastejo de vacas Holandesas em lactação no semi-árido**. In: V Congresso Brasileiro de Biometeorologia. **Anais...** Piracicaba, SP, Brasil: 2011.
- PRACHE, S.; GORDON, I. J.; ROOK, A. J. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, v.48, p.1-11, 1998.
- SANTANA Jr, H. A.; CARDOSO, E. O.; SILVA, R. R. Comportamento ingestivo de bovinos a pasto. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.11, n.8, 2010.
- SANTANA, L. R. C.; ARAÚJO, F. L.; SANTANA, N. M.; EIRAS, C. E.; ALENCAR, A. M.; GIRARDI, L. M.; VALLE, S. V.; MATOS, L. H. A.; PINTO FILHO, R. C.; MARQUES, L. A. Comportamento ingestivo de bovinos: pastejo contínuo em *Brachiaria decumbens*. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v.1, n.2, p.72-77, 2012.
- SETZ, E. Z. F. Métodos de quantificação de comportamento de primatas em estudos de campo. **A Primatologia no Brasil**, v.3, p.411-435, 1991.
- SOUTO, A. Iniciando a investigação do comportamento. In: SOUTO, A. (Ed.). **Etologia: princípios e reflexões**. 3 ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 34-78.
- SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.;
- BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.677-684, 2010.
- VOLPI, D. **Comportamento ingestivo e conforto térmico de bovinos em sistemas em integração: avaliação visual e bioacústica**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2017.





**Embrapa**

---

*Gado de Corte*



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 14964