

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Pedro Trindade Casanova

**AVALIAÇÃO DO USO DE ACELERÔMETRO NA OBSERVAÇÃO DO
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS EM PASTEJO**

Santa Maria, RS

2020

Pedro Trindade Casanova

**AVALIAÇÃO DO USO DE ACELERÔMETRO NA OBSERVAÇÃO DO
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS EM PASTEJO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Zootecnia.**

Orientador: Prof. Dr. Fernando Luiz Ferreira de Quadros

Santa Maria, RS
2020

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Casanova, Pedro
AVALIAÇÃO DO USO DE ACELERÔMETRO NA OBSERVAÇÃO DO
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS EM PASTEJO / Pedro
Casanova.- 2020.
52 p.; 30 cm

Orientador: Fernando Luiz Ferreira de Quadros
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, RS, 2020

1. Manejo forrageiro 2. Comportamento ingestivo 3.
Bovinocultura de corte 4. Desenvolvimento tecnológico 5.
Acelerômetro I. Ferreira de Quadros, Fernando Luiz II.
Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, PEDRO CASANOVA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Pedro Trindade Casanova

**AVALIAÇÃO DO USO DE ACELERÔMETRO NA OBSERVAÇÃO DO
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS EM PASTEJO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Zootecnia.**

Aprovado em 06 de março de 2020:

Fernando Luiz Ferreira de Quadros, Dr (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Carolina Bremm, Dr (SEAPDR-RS)

José Pedro Pereira da Trindade, Dr (Embrapa- CPPSul)

Leandro Bitencourt de Oliveira, Dr (URI)

Luciana Pötter, Dra (UFSM)

Santa Maria, RS
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus por me conceder saúde, serenidade e fé ao trilhar mais esse caminho.

Um agradecimento especial ao meu Pai, a minha Mãe e aos meus Irmãos que me ensinaram os verdadeiros “valores da vida”, e me deram o apoio necessário para que eu conseguisse alcançar mais um objetivo, mais um sonho.

Obrigado professor Fernando Quadros, por me orientar durante mais de nove anos, compartilhando seu conhecimento e sua presença com toda paciência e compreensão, sempre apoiando nas decisões tomadas durante essa jornada. E o qual, foi grande responsável pelo conhecimento adquirido durante esses anos no LEPAN.

Estendo os cumprimentos a todos (graduandos, mestrandos, doutorandos, pós doutorandos e professores) que auxiliaram na elaboração do projeto, condução das atividades de campo, organização e análises dos dados e redação dessa tese, onde firmei o aprendizado de que nada se faz sozinho.

Equipe Chip-Inside, que empenhou tempo e conhecimento na produção dos dispositivos bem como desenvolvimento matemático da automatização dos dados, objeto de estudo dessa tese, muito obrigado.

Aos colegas e amigos que passaram e os que ainda permanecem presentes e todos aqueles que de uma maneira ou outra contribuíram para que eu conseguisse realizar de maneira “serena” e gratificante, essa caminhada, e me fizeram acreditar que somos capazes de VIVER um sonho.

A TODOS (AS), MUITO OBRIGADO!

RESUMO

AVALIAÇÃO DO USO DE ACELERÔMETRO NA OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS EM PASTEJO

AUTOR: Pedro Trindade Casanova

ORIENTADOR: Fernando Luiz Ferreira de Quadros

O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de substituição da tradicional metodologia de avaliação do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo, a observação visual, pelo uso de um registrador eletrônico provido de acelerômetro. Para isso foram realizadas filmagens, monitoramento visual e utilização do registrador na identificação de padrões de aceleração para as atividades de pastejo e ruminação de bovinos, o que possibilitou a comparação das imagens com gráficos gerados pelo equipamento, resultando na identificação do potencial de interpretação gráfica superando a capacidade de observação visual. Na sequência, foi avaliado um algoritmo para automatização das leituras dos gráficos, qualificando e quantificando o tempo de atividades de pastejo, ruminação e ócio. Para concluir o estudo, foram realizadas comparações das metodologias (observação visual, interpretação dos gráficos e versões do algoritmo) através de uma análise de regressão linear simples, buscando o nível de correlação entre as metodologias e o potencial de substituição. Foi observado que as correlações entre as metodologias passaram de 90%, além da precisão dos dados coletados pelo registrador, o que remete a capacidade de monitorar o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo com o uso do equipamento provido de acelerômetro. Novos testes de desenvolvimento do algoritmo podem tornar essa ferramenta ainda mais precisa e capaz de computar dados mais afinados do comportamento ingestivo como número de refeições, taxa de bocado, taxa de ruminação, entre outros.

Palavras-chave: inteligência artificial, monitoramento, pecuária, tecnologia

ABSTRACT

EVALUATION OF ACCELEROMETER IN OBSERVING THE INGESTIVE BEHAVIOR OF GRAZING CATTLE

AUTHOR: Pedro Trindade Casanova

ADVISOR: Fernando Luiz Ferreira de Quadros

The aim of this work was to evaluate the potential for substitution of traditional methodology for assessing the ingestive behavior of cattle grazing, visual observation, by the use of an electronic recorder provided with an accelerometer. For this purpose, filming, visual monitoring and use of recorder were carried out to identify acceleration patterns for cattle grazing and rumination activities, which made it possible to compare images with graphics generated by the equipment, resulting in the identification of potential for graphic interpretation surpassing the ability for visual observation. Then, an algorithm was evaluated to automate the readings of graphs, qualifying and quantifying time of grazing, rumination and other activities. To conclude the study, comparisons of methodologies (visual observation, graphs interpretation and algorithm versions) were carried out through simple linear regression analysis, seeking the level of correlation between methodologies and the potential for substitution. It was observed that correlations between methodologies were more than 90%, and accuracy of data collected by recorder able to monitor ingestive behavior of cattle grazing using equipment provided with an accelerometer. New tests to develop the algorithm can make this tool even more accurate and able to compute finer data on ingestive behavior such as number of meals, bit rate, rumination rate, among others.

Keywords: artificial intelligence, monitoring, livestock, technology

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

Figura 1 - Modelo conceitual com as principais variáveis envolvidas no processo de ingestão de forragem por animais em pastejo. 12

CAPÍTULO I

Figura 1 - Descrição dos elementos do equipamento registrador: A) placa eletrônica com acelerômetro; B) cápsula protetora; C) buçal regulável. 18

Figura 2 - Interpretação gráfica da aceleração das atividades relacionadas ao comportamento ingestivo (pastejo, ruminação e ócio) em um período de avaliação de 30 minutos. 20

CAPÍTULO II

Figura 1 - Sobreposição das metodologias de observação visual e interpretação gráfica em um registro de 30 minutos, sendo as linhas contínuas resultados da primeira e as linhas coloridas dos interpretações visuais. 30

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1 - Valores da coeficientes de determinação (expressos em percentagem) e probabilidade entre as metodologias avaliadas para atividades de pastejo, ruminação e ócio a partir de uma análise de regressão linear simples de quatro registradores eletrônicos Apollo32
- Tabela 2 - Valores da correlação e probabilidade entre as metodologias avaliadas do comportamento ingestivo a partir de uma análise de regressão linear simples desconsiderando equipamento em que foram encontrados equívocos do observador.....33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3. CAPÍTULO I - O USO DE ACELEROMETRO NA QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS EM PASTEJO	14
Introdução.....	16
Material e métodos.....	17
Resultados e discussão	19
Conclusão	22
Referencias bibliográficas	22
4. CAPÍTULO II - POTENCIAL DE SUBSTITUIÇÃO DA OBSERVAÇÃO VISUAL POR DADOS DE ACELERAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS EM PASTEJO.....	24
Introdução.....	25
Material e métodos.....	28
Resultados e discussão	29
Conclusão	33
Referencial bibliográficas	34
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
APÊNDICES.....	40
APÊNDICE A - Gráfico da identificação dos padrões de aceleração do pastejo e ruminação de bovinos (Capítulo I)	41
APÊNDICE B - Gráfico da intensidade e frequência de aceleração durante ruminação de novilha e vaca (Capítulo I)	42
APÊNDICE C - Saída do programa de leitura automática do gráfico de aceleração “apollo b” e “apollo d” algo4 (Capítulo II).....	43
APÊNDICE D - Variáveis utilizadas na elaboração da regressão linear do Capítulo II.....	44
ANEXO	45
ANEXO A – Normas para submissão de trabalho para revista Ciência Rural	46

1. INTRODUÇÃO

A pecuária, no Rio Grande do Sul, está cada dia mais pressionada pela competitividade agrícola. Mesmo com as integrações entre lavoura e pecuária, na época de desenvolvimento da cultura agrícola, as áreas destinadas ao uso com a pecuária ficam restringidas (ANDRETTA, 2009).

Com a redução das áreas disponíveis, o uso de técnicas de produção mais intensivas é indispensável para obtenção de melhores índices produtivos. Essa intensificação apesar de necessária, aumenta a complexidade na tomada de decisões dos sistemas de produção.

Entre os diversos fatores que interferem na produtividade de um rebanho, as condições alimentares, sanitárias e de bem estar dos animais, são as que requerem maior atenção e podem ser interpretadas a partir da observação do comportamento dos animais.

Ao observar o comportamento de bovinos em pastejo é possível interpretar, a partir das atividades realizadas pelos mesmos, suas condições alimentares, interações entre planta e animal e até alterações fisiológicas (PINTO, 2003), já que o ruminante é capaz de demonstrar, através do tempo dispendido ao realizar atividades de pastejo e ruminação, entre outras, as características de seu ambiente pastoril. Para o bom observador, o ruminante emite sinais sobre a abundância e qualidade de seu alimento (CARVALHO & MORAES, 2005).

Existem metodologias consolidadas para realizar avaliações do comportamento ingestivo dos ruminantes, das quais a mais difundida, pela menor demanda por gastos financeiros com equipamentos tecnológicos, ainda é a observação visual (MEZZALIRA et al. 2011). Porém, essas avaliações podem se tornar complexas ao serem realizadas por longos períodos pela elevada demanda por “mão de obra”, além da possibilidade de equívocos na tomada dos dados (subjetividade da avaliação).

Para auxiliar na tomada de dados de comportamento, existem equipamentos de captura de dados, que são acoplados aos animais como colares com GPS, vibracorders, e gravadores de sons, o chamado método bioacústico (CARVALHO et al., 2007).

Há também, estudos de desenvolvimento de equipamentos de captura de movimentos como acelerômetro (REICHTER, 2015). Essa ferramenta tem capacidade de auxiliar na diminuição da demanda por mão de obra além de aumentar a frequência de registros e possível acurácia dos dados, desde que o equipamento esteja devidamente aferido.

O acelerômetro (acceleration sensor) é um equipamento, frequentemente, utilizado para monitoramento de animais selvagens, devido à dificuldade de observação visual desses. Este equipamento pode ser adaptado a outros como GPS, por exemplo, podendo exceder a

capacidade descritiva das observações humanas (BROWN et al., 2013). Com isso, também pode ser uma ferramenta com contribuição valiosa na avaliação do comportamento ingestivo de bovinos em pastoreio, auxiliando pesquisadores e pecuaristas no manejo das pastagens.

Para efetivar o uso dessa ferramenta, é necessário desenvolver um programa de leitura dos dados de aceleração capturados, pois não havendo uma automatização, apesar da riqueza de detalhes obtidos, os resultados permanecem sujeito à subjetividade de interpretação dos avaliadores e demandam uma fração de tempo significativo para leitura.

O desenvolvimento de um algoritmo capaz de relacionar os dados capturados pelo equipamento digital com as observações visuais a campo, a partir da interpretação gráfica dos dados digitais, pode ser o diferencial para a implementação prática dessa tecnologia. A revisão da literatura indica que existem ferramentas de coleta de dados eficientes, porém ainda não há uma automatização da interpretação desses que seja satisfatória, sendo esse processo o objetivo principal dessa tese.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O entendimento dos processos que regem as interações entre produção primária (vegetal) e resposta animal é fundamental para o estabelecimento de padrões de produtividade potencial, desde as mais simples ações de manejo até o uso de tecnologias e insumos na produção secundária (animal) (CARVALHO et al., 2007).

Estudos sobre o manejo do processo de pastejo pelos animais, via definição de atributos do pasto, tem avançado demonstrando a importância de se compreender os processos envolvidos na busca de forragem pelo animal em pastejo com vistas à otimização do uso do pasto (PRACHE et al., 1998).

O ruminante é capaz de demonstrar, através de seu comportamento em pastejo, as características de seu ambiente pastoril. Ele responde diretamente à estrutura do pasto, obtendo uma velocidade de ingestão elevada quando a massa de forragem é adequada, enchendo rapidamente o rúmen. Entretanto, a taxa de ingestão pode ser limitada pela estrutura do pasto, ou seja, um ambiente estressante para colheita da forragem. Para o bom observador, o ruminante emite sinais sobre a abundância e qualidade de seu alimento que, se utilizados para ponderar ações de manejo, podem vir a se tornar uma importante ferramenta de gestão do animal no pasto. (CARVALHO & MORAES, 2005).

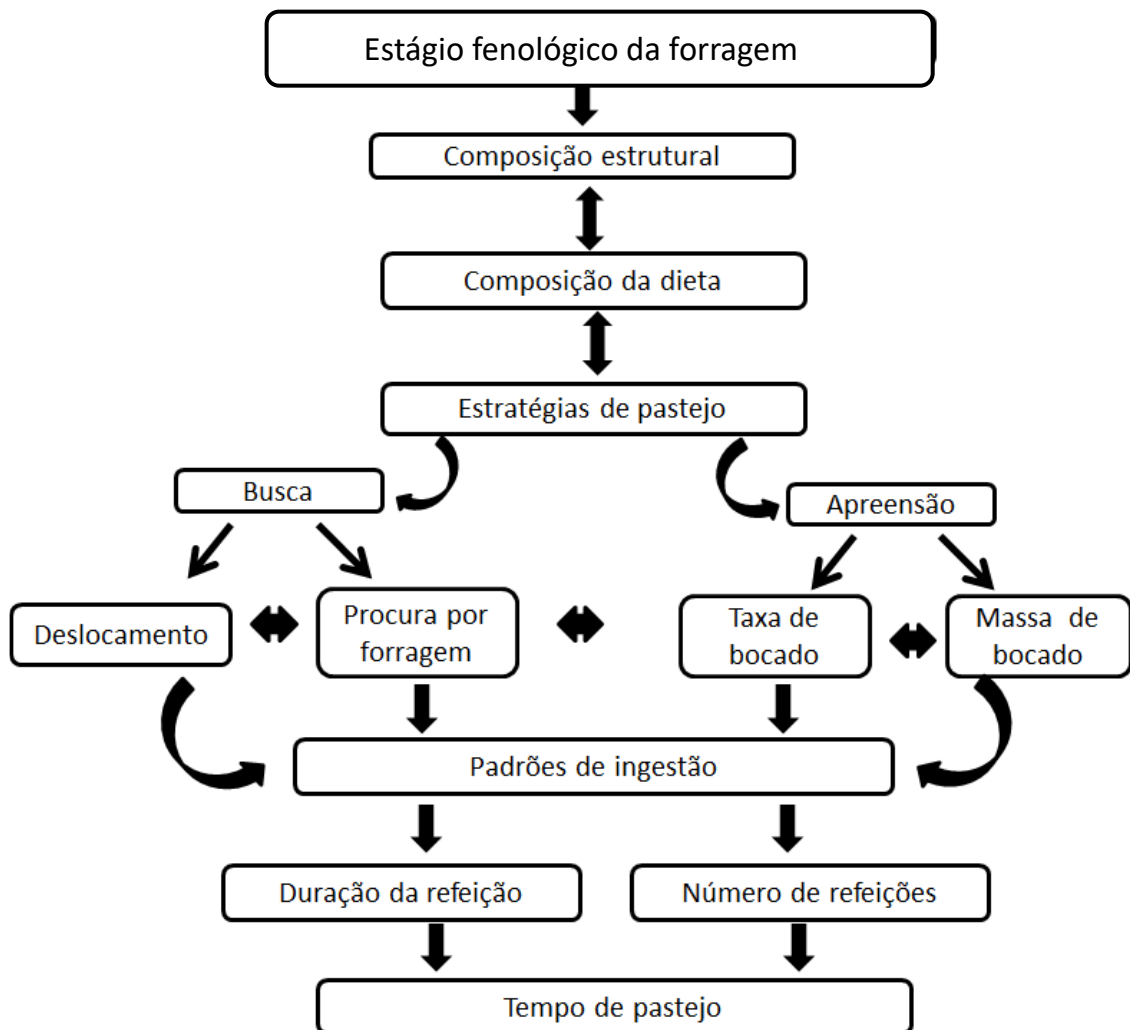
As observações consideradas nas avaliações de comportamento ingestivo são as atividades de alimentação (pastejo), ruminação e ócio (qualquer atividade que não as anteriores). Os valores de taxa de bocado, deslocamento entre estações alimentares e número de estações alimentares visitadas em determinado tempo, estimam com que facilidade o animal está conseguindo ingerir a forragem, que aliado ao tempo despendido ao pastejo, integram a interação planta animal que determina o consumo de forragem (TREVISAN et al., 2004).

Bovinos manejados em pastoreio rotativo podem apresentar alterações em seu comportamento no decorrer dos dias de ocupação de um piquete, devido à alteração da estrutura da forragem (proporção folha colmo, altura do dossel, etc), podendo ocasionar maior tempo despendido pelos animais, para atividade de pastejo, com o passar dos dias (CARVALHO et al., 2001).

Dessa forma, os bovinos adaptam as atividades de comportamento ingestivo, modificando seus padrões de deslocamento, preferência e ingestão em resposta a variações em espécie vegetal, estrutura das plantas, composição nutricional e disponibilidade de forragem.

Esses animais podem realizar a colheita de forragem com qualidade superior à média da encontrada no ambiente (PALHANO et al., 2006), o que pode ser observado na Figura 1, a qual ilustra as principais variáveis envolvidas no processo de ingestão de forragem pelos ruminantes.

Figura 1 - Modelo conceitual com as principais variáveis envolvidas no processo de ingestão de forragem por animais em pastejo.



Fonte: adaptado STOBBS (1973)

Existem metodologias consolidadas para avaliações do comportamento ingestivo dos ruminantes, das quais a mais difundida, pela menor demanda de gastos com equipamentos tecnológicos, ainda é a observação visual (MEZZALIRA et al., 2011).

Porém, dentro desta metodologia existem discrepâncias quando se referem a tempo de avaliação e intervalo entre observações. O tempo de avaliação mais utilizado é o de 24 horas

como foi utilizado por Carvalho (2011). Porém, há autores que já utilizaram períodos de 18 (LIMA et al., 2013) 12 e até 8 horas (SANTANA JUNIOR et al. 2014) de avaliação. Também há disparidade no intervalo entre observações, tendo sido utilizados intervalos de cinco (MEZZALIRA, 2009) até 30 minutos (SANTANA et al.. 2012).

Para auxiliar na avaliação de comportamento, existem equipamentos de captura de dados, que são acoplados aos animais como colares com GPS, vibracorders, e gravadores de sons, o chamado método bioacústico (CARVALHO et al., 2007).

Um equipamento que capture os movimentos realizados pelos animais, torna-se uma ferramenta interessante, auxiliando na diminuição da demanda por mão de obra e aumentando a frequência de registros e a acurácia dos dados, desde que o equipamento esteja devidamente aferido.

Equipamentos acoplados aos animais são utilizados com o propósito de obter dados mais detalhados de comportamento, difíceis de serem observados. Reichert (2015) cita vários equipamentos de coleta de dados, que podem ser utilizados no monitoramento de animais, sem a necessidade de observação humana direta, dos quais um deles foi o objeto de estudo dessa tese, o “acelerômetro”.

A aceleração pode ser mensurada em três eixos [61]. Isso possibilita a medição de movimentos do animal em todas as direções, e proporciona uma estimativa mais precisa da aceleração do corpo do animal possibilitando a identificação de uma gama maior de comportamentos. Enquanto padrões de movimento como locomoção são identificáveis e quantificáveis com um ou dois eixos de aceleração, padrões mais complexos podem ser identificados apenas com a aceleração dos três eixos (REICHERT, 2015, p 25).

Dessa forma, equipamentos eletrônicos, tais como o acelerômetro, tem importante função no auxílio de capturar e armazenar dados de movimentação do animal em estudo. Porém, não menos importante que a captura dos dados, o processamento desses devem receber atenção, pois é a partir do processamento dos dados coletados que teremos a leitura desejada. E para que seja possível a interpretação dos dados coletados pelo acelerômetro, há o desenvolvimento de algoritmos de identificação de padrões de atividades (REICHERT, 2015, p. 25).

3. CAPITULO I

O uso de acelerômetro na qualificação e quantificação do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo

RESUMO: O comportamento ingestivo de bovinos em pastejo está relacionado às condições ambientais em que estes estão inseridos, sendo capazes de demonstrar através de seu comportamento as condições do seu ambiente pastoril. Interpretar o comportamento dos animais pode ser uma ferramenta de manejo, buscando melhores condições de bem estar e resultados produtivos. A principal metodologia de avaliação do comportamento ingestivo de bovinos ainda é observações visuais, porém, ferramentas tecnológicas podem trazer facilidades no monitoramento aliando maiores precisões na obtenção e interpretação dos dados comportamentais de um rebanho. O acelerômetro é uma alternativa eletrônica capaz de capturar a aceleração e angularidade de movimentos, com isso, a adaptação dessa ferramenta em um buçal pode se tornar uma excelente alternativa na captura dos movimentos relacionados às atividades de ingestão realizada por bovinos. A identificação dos padrões de aceleração para cada movimento realizado durante as atividades alimentares, de bovinos, torna-se o primeiro passo no avanço do desenvolvimento de um sistema capaz de automatizar uma ferramenta que supra a necessidade de minimizar a mão de obra, bem como aumentar a precisão na coleta de dados. Com isso, o objetivo desse trabalho foi identificar, através de análises de imagens, paralelas a interpretações gráficas, os movimentos de bovinos em pastejo e os padrões de aceleração relacionadas as atividades ingestão e ruminação. Quando comparadas as imagens com os gráficos de aceleração, foi possível identificar padrões característicos de cada atividade (pastejo, ruminação e ócio) envolvidas no comportamento dos bovinos em atividades de pastejo. O avanço no processo de automatização dessa

ferramenta de monitoramento do comportamento de um rebanho poderá ampliar sua capacidade de utilização.

Palavras-chave: inteligência artificial, monitoramento, pecuária, tecnologia

The use of accelerometer in the qualification and quantification of the ingestive behavior of cattle grazing

The ingestive behavior of cattle grazing is related to environmental conditions in which they are inserted, being able to demonstrate through their behavior the conditions of their pastoral environment. Interpreting behavior of animals can be a management tool, seeking better conditions of well-being and productive results. Main methodology for assessing ingestive behavior of cattle still being visual observations, however, technological tools can facilitate monitoring by combining greater precision in obtaining and interpreting behavioral data of cattle. The accelerometer is an electronic alternative able to capture acceleration and angularity of movements, thus adaptation of this tool in a head collar can become an excellent alternative for capturing movements related to ingestion activities performed by cattle. The identification of acceleration patterns for each movement carried out during feeding activities of cattle becomes the first step in the development of a system able to turn automatic a tool that minimize labor as well as improve the accuracy in data collection. In this sense, the aim of this work was to identify, through analysis of images parallel to graphic interpretations, movements of cattle grazing, acceleration patterns related to grazing and rumination activities. When comparing images with acceleration graphs, it was possible to identify characteristic patterns of each activity (grazing, rumination and others activities) in behavior activities of cattle grazing. Improvement in automation process of this tool for monitoring cattle behavior may increase its utilization capacity.

Key words: artificial intelligence, monitoring, livestock, technology

INTRODUÇÃO

O comportamento ingestivo de bovinos em pastoreio está relacionado às condições ambientais em que estes estão inserido, bem como as condições forrageiras disponíveis ao rebanho, sendo esses capazes de demonstrar através de seu comportamento as condições do seu ambiente pastoril, assim como suas condições de bem estar (BAILEY et al., 1996; FROST et al., 1997; MALAFIA et al., 2011).

Interpretar o comportamento ingestivo dos animais pode ser uma ferramenta de manejo, dentro de um sistema, buscando melhores condições de bem estar e resultados produtivos. O monitoramento do comportamento ingestivo é realizado principalmente através de observações visuais, porém, ferramentas tecnológicas podem trazer facilidades no monitoramento aliando maiores precisões na obtenção e interpretação dos dados comportamentais de um rebanho (MEZZALIRA et al., 2011).

Existem muitas tecnologias que podem ser aplicadas na pecuária, iniciando pelo fator mais racional que é o conhecimento do ambiente de produção, conhecer o ambiente pastoril, capacidades de produção primária, possibilidades de exploração e conservação, potencial de produtividade, entre outras, até o uso de equipamentos eletrônicos de monitoramento (CARVALHO et al., 2007). Tão importante quanto o ambiente de criação do rebanho é conhecer as características comportamentais dos animais manejados, pois uma vez que os bovinos são capazes de demonstrar as condições do seu ambiente, o registro do comportamento dos animais permite auxiliar ou até mesmo definir a base de manejo (CARVALHO et al., 2006).

Ferramentas tecnológicas podem servir de auxílio no manejo desses ambientes, seja uma simples régua graduada para controlar a alturas de uma pastagem ou até mesmo auxílios

com tecnologias mais avançadas como sensores de localização e ou movimentação dos animais (JOCHIMS, 2012). Visto que os estudos dentro dos sistemas de produção de bovinos de corte são majoritariamente voltados a produção de alimentos e valores nutricionais de dietas fornecidas ou coletadas pelos bovinos, aliado a essas metodologias difundidas, a proposta desse trabalho é testar a capacidade de uma ferramenta eletrônica (leituras de registros de um acelerômetro) no auxílio a coleta de dados de movimentação de bovinos para possíveis interpretações do comportamento ingestivo dos mesmos em ambientes pastoris.

MATERIAL E MÉTODOS

O equipamento eletrônico avaliado nesse estudo foi baseado em um acelerômetro, capaz de capturar movimentos de acelerações em três dimensões (laterais, frontais e superiores). Para isso, foi desenvolvido pela equipe “Cowmed - Chip Inside” um hardware, adaptando um acelerômetro à uma placa eletrônica, alimentada por baterias, com capacidade de armazenar os dados de aceleração em uma memória removível (REICHTER, 2015).

A placa eletrônica foi introduzida em uma “cápsula” de polietileno, resistente a impacto e a umidade, assegurando a integridade do mesma. A cápsula foi acoplada, na alça inferior de um buçal regulável feito de cordas achatadas de algodão, envolvendo o focinho de bovinos, capturando os movimentos mandibulares das atividades de ingestão, ruminação e ócio (Figura 1).

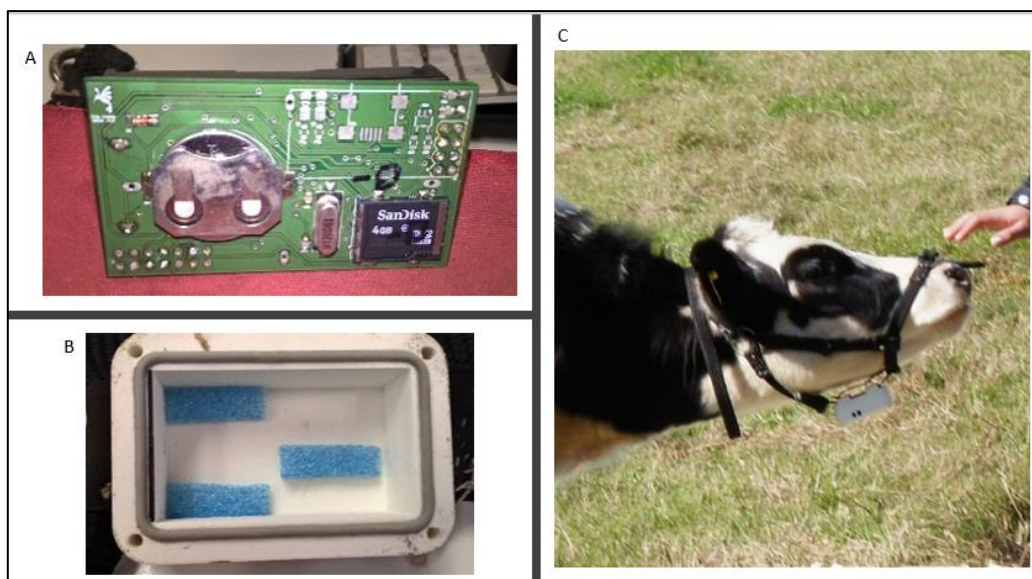


Figura 1 - Descrição dos elementos do equipamento registrador: A) placa eletrônica com acelerômetro; B) cápsula protetora; C) buçal regulável. (Fonte: arquivo LEPAN)

Os testes de captura de movimentos foram realizados no mês de junho de 2017 na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com o auxílio da equipe de colaboradores do Laboratório de Ecologia e Pastagens Naturais (LEPAN), Cowmed - Chip Inside, e Departamento de Zootecnia.

O primeiro passo foi a ativação do equipamento eletrônico seguido da colocação em duas novilhas de raça leiteira, com aproximadamente sete meses e 160 kg de peso corporal, manejadas em pastagem cultivada de estação fria (*Lolium multiflorum*) com média de 15 centímetro de dossel e 1500 kg.ha⁻¹ estimados. As novilhas foram acompanhadas e filmadas por integrantes do LEPAN, com auxílio de uma filmadora da marca Sony (modelo SEL 1855), por duas horas de cada atividade do comportamento ingestivo (pastejo, ruminação e ócio).

Posteriormente às observações, os buçais foram retirados dos animais, as filmagens e os dados coletados e foram transferidos para um computador tendo instalado um software livre (Octave) capaz de reproduzir em forma de gráficos os dados de aceleração. Na sequência

foram confrontadas as filmagens com os gráficos e identificados os padrões de aceleração para cada atividade do comportamento, de pastejo, ruminação e ócio, de cada equipamento e a respectiva novilha observada.

Essa metodologia se repetiu com novilhas e vacas de corte em pastagem natural manejadas sob metodologia de pastoreio rotativo com uma oferta de forragem média de 12% do peso corporal dos animais em uma estrutura heterogênea caracterizada por mosaicos formados por espécies de gramíneas de metabolismo C4 predominantes formando estratos superior e inferior com altura média de 35 e 8 cm respectivamente, durante as estações de primavera e verão, totalizando mais de 5 cinco horas de filmagens, captura de movimentos, observação visual, e comparação dos dados de dois equipamentos, para cada atividade (pastejo, ruminação e ócio), totalizando aproximadamente 30 horas de dados analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação dos padrões iniciou-se ao comparar imagens filmadas com os gráficos gerados pelo programa Octave, em função dos dados de aceleração capturados pelo equipamento. A partir da inércia identificada, o primeiro ponto observado foi a angulação do equipamento, sabendo como ele está disposto no corpo do bovino, foi possível identificar o ângulo de apresentação dos eixos de aceleração. Após conhecida a angulação, foram identificados os padrões de aceleração de cada atividade, envolvendo o pastejo e ruminação.

Os padrões se repetiram semelhantes em todos os animais avaliados para os dois equipamentos utilizados. De forma semelhante, McClune et al. (2014) utilizando registradores com acelerômetro em indivíduos de Texugo-europeu (*Meles meles*), identificaram um bom nível de acurácia nos padrões de cada comportamento observado.

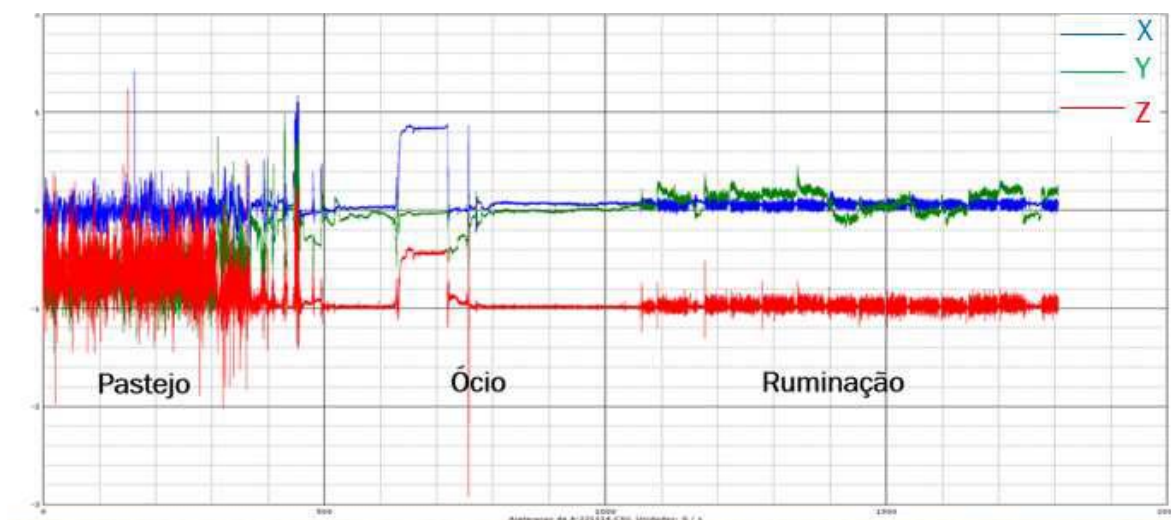


Figura 2 - Interpretação gráfica da aceleração das atividades de uma novilha relacionadas ao comportamento ingestivo (pastejo, ruminação e ócio) em um período de avaliação de 30 minutos.

Conforme a Figura 2, puderam ser identificados os padrões de aceleração das principais atividades do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. As acelerações estão relacionadas a intensidade e frequência do movimento em relação a um ponto de inércia.

De acordo com a instalação dos buçais nos animais, quando o equipamento estava em inércia, sem movimento, os eixos X e Y permaneciam no valor (0 - zero) enquanto o eixo Z estava sob influência de 1 grau de gravidade (representado por -1). Quando o acelerômetro foi movimentado, a intensidade e o ângulo do movimento foram apresentados no gráfico em função do tempo. Na figura 2, o eixo horizontal do gráfico representa o espaço de tempo e o eixo vertical a intensidade da aceleração, enquanto a posição dos eixos X, Y e Z se relaciona com o ângulo do equipamento e aceleração (REICHTER, 2015).

O Padrão da aceleração durante atividade de pastejo foi identificado a partir da aceleração dos três eixos de captura, pois durante essa atividade o bovino apresentou maior intensidade nos movimentos, principalmente os eixos Z e Y com movimentos próximos a aceleração em (-1) indicando o ângulo do maxilar voltado à força da gravidade. Esses padrões

foram característicos da movimentação em função do local de adaptação do buçal no animal e da espécie de animal estudada. Existem registros na literatura do uso de equipamentos dessa natureza em animais silvestres. Trabalhos como o de Smith et al. (2015) e McClune, (2018) os quais fizeram uso de acelerômetro em suas pesquisas, apresentam padrões distintos ao observado nesse ensaio.

Na atividade de ruminação, os padrões da aceleração foram observados pela semelhança da disposição dos ângulos à inércia, com acelerações suaves indicando a regurgitação, mastigação e ingestão dos bolos ruminais. Durante o ócio, houveram distintas acelerações, desde a mais próxima da inércia, quando o bovino se encontrava em repouso até acelerações sem padrões, quando o animal se coçava ou quando havia interação social entre os mesmos.

Quando observados os gráficos de aceleração em diferentes categorias de bovinos e diferentes estruturas forrageiras, notou-se uma variação na intensidade e frequência da aceleração em função da manipulação e velocidade de ingestão durante o pastejo, assim como na ruminação, apresentando diferenças individuais como previram Bailey et al. (1996), porém, mantendo o padrão de aceleração para cada atividade semelhante ao apresentado na figura 2.

A identificação visual dos padrões de aceleração relacionados às atividades do comportamento ingestivo foi de fácil interpretação, bem como a identificação desses padrões de dados coletados por outros equipamentos eletrônicos como vibracorders, IGER e bio acústicos (CARVALHO et al., 2007; TRINDADE, 2011). Porém, para que se possa utilizar os dados capturados por ferramentas auxiliares, deve-se ter uma interpretação cuidadosa pelos pesquisadores, pois os equipamentos são capazes apenas de capturar dados, e estes são passíveis de diferentes interpretações (BROWN et al., 2013).

Equipamentos eletrônicos providos de acelerômetro se mostraram uma ferramenta promissora para o estudo do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo por capturar movimentos relacionados as atividades comportamentais com maior precisão e em um maior espaço de tempo, quando comparado a observações visuais. O próximo desafio no desenvolvimento dessa ferramenta é o desenvolvimento de um algoritmo capaz de automatizar a quantificação dos dados coletados, aumentando a capacidade de utilização do mesmo.

CONCLUSÃO

Registradores digitais com o uso de acelerômetro são ferramentas com potencial para automatização do acompanhamento do comportamento ingestivo dos bovinos em pastejo, uma vez que seus padrões se repetem em diferentes animais e diferentes espécies forrageiras.

Um equipamento eletrônico de captura de movimentos, provido de acelerômetro possui um potencial significativo como ferramenta para automatizar avaliações de comportamento ingestivo de bovinos em pastejo, auxiliando na demanda científica bem como a possibilidade de se tornar uma ferramenta de auxílio no manejo forrageiro.

REFERÊNCIAS

- BAILEY, D.W.; et al. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management**, v. 49, p.386-400, 1996. Available from: file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Mechanisms_That_Result_in_Large_Herbivore_Grazing_.pdf
- BROWN, D.D. et al. Observing the unwatchable through acceleration logging of animal behavior. **Animal Biotelemetry**, v. 1, p. 1-16, 2013. Available from: <https://animalbiotelemetry.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/2050-3385-1-20>
- CARVALHO, P.C.F. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.151-170, 2007. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/16.pdf>

FROST A.R.; et al. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. **Comput Electron Agric**, v. 17, p.139–159, 1997. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169996013014>

JOCHIMS, F. **Métodos de pastoreio e ofertas de forragem para otimização da utilização de pastagem natural com ovinos**. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Univerdidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre. Available from: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/60485/000857006.pdf?sequence=1&isAllowed=>

MALAFAIA, P.; et al. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 31(9), p. 781-790, 2011. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v31n9/a10v31n9.pdf>

McCLUNE, D.W. Joining the dots: reconstructing 3D environments and movement paths using animal-borne devices. **Animal Biotelemetry**, v. 6, p. 1-9, 2018. Available from: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/s40317-018-0150-6.pdf>

McCLUNE, D.W. Tri-axial accelerometers quantify behaviour in the Eurasian badger (*Meles meles*): towards an automated interpretation of field data. **Anim Biotelemetry**, v. 2, p. 1-6, 2014. Available from: [file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/2050-3385-2-5%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/2050-3385-2-5%20(1).pdf)

MEZZALIRA, J.C. **O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem**. 2009. 159f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Available from: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27115/000763628.pdf?sequence=1&isAllowed=>

REICHERT, J.T. **Identificação do comportamento do pastejo em ruminantes através do uso de filtros digitais baseados em análise espectral**. 2015. Dissertação (Mestrado em Computação) – Univerdidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Available from: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/15431>

SMITH, D. et al. Bag os Class Posteriors, a new multivariate time series classifier applied to animal behaviour identification. **Expert Systems with Applications**, v. 42, p. 3774-3784, 2015. Available from: <https://dl.acm.org/doi/10.1016/j.eswa.2014.11.033>

TRINDADE, J.K. et al. Potencial de um método acústico em quantificar as atividades de bovinos em pastejo. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 46, p. 965-968, 2011. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011000800025&lng=en&nrm=iso. access on 17 Feb. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000800025>.

4. CAPITULO II

Potencial de substituição da observação visual por dados de aceleração do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo

RESUMO: A era digital, nos proporciona velocidade e precisão, uma vez que tecnologias são criadas buscando atender as demandas competitivas por produtos e serviços. Diariamente nos encontramos com o uso de inteligência artificial que busca facilitar e até mesmo substituir mão de obra. Na pesquisa e na produção agropecuária não é diferente, diversas fontes de ferramentas eletrônicas já são utilizadas auxiliando a produção. Dentro das diversas possibilidades tecnológicas, o uso de registradores automáticos utilizando acelerômetros se mostra uma ferramenta de múltipla capacidade, sendo capaz de capturar dados de aceleração passível das mais diversas interpretações. Entendendo a necessidade de auxílio no monitoramento de bovinos em sistema de produção a pasto, o objetivo desse trabalho foi testar a capacidade de substituição da observação visual pelo uso de acelerômetro. Conhecida a capacidade de um eletrônico provido de acelerômetro gerar gráficos com potencial de interpretação, foram comparadas metodologias de avaliação do comportamento ingestivo de bovinos a pasto. A consolidada metodologia de observação visual serviu de base para o desenvolvimento da interpretação gráfica e desenvolvimento de um algoritmo capaz de automatizar a leitura dos dados de comportamento dos bovinos. As análises de correlação entre as metodologias mostraram a capacidade e o potencial de substituição da observação visual pelo uso do registrador automático utilizando acelerômetro no monitoramento do comportamento ingestivo de bovinos a pasto.

Palavras chave: inteligência artificial, acelerômetro, tecnologia

Potencial de substituição da observação visual por dados de aceleração do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo

ABSTRACT: Digital era provides us speed and precision since technologies are created seeking to meet competitive demands for products and services. Daily we find ourselves using artificial intelligence that come in to facilitate and even replace labor. In agricultural research and production it is no different, several sources of electronic tools are already used to assist production. Within various technological possibilities, use of automatic recorders with accelerometers proves to be a multiple capacity tool being able to capture acceleration data subject to most diverse interpretations. Understanding the need for assistance in monitoring cattle in pasture production system, the aim this work was to test the ability to replace a visual observation by use of accelerometer. Known the ability to of the electronic with accelerometer generate graphs with potential for interpretation, methodologies for assessing ingestive behavior of cattle grazing were compared. The consolidated visual observation methodology was a basis for the development of graphic interpretation and of an algorithm capable of automating the reading of cattle behavior data. Correlation analyzes between methodologies showed capacity and potential for substituting visual observation for use of automatic recorder with accelerometer to monitor ingestive behavior of cattle grazing.

Key words: artificial intelligence, accelerometer, technology

INTRODUÇÃO

Estamos na era da inteligência artificial, não por menosprezo da inteligência humana, pois a artificial só pode ser criada a partir de alto desenvolvimento racional de pesquisadores e desenvolvedores humanos que buscam facilitar as demandas de produção em uma época cada vez mais competitiva e veloz.

Na maior parte dos ambientes que nos deparamos diariamente, já existe o uso de inteligência artificial capaz de auxiliar no desempenho de atividades baseado na capacidade de manipulação de dados com equipamentos eletrônicos que visam facilitar as atividades cotidianas. Devido a demanda de velocidade e precisão nas escolhas, são utilizadas as mais diversas fontes de ferramentas das quais a mais próxima da maioria das pessoas é o aparelho celular que deixou de ser apenas uma ferramenta de comunicação e passou a auxiliar nas mais diversas atividades humanas (CUNHA, 2018).

Aliado a isso, pela necessidade de quantidade e qualidade de produção, a pecuária está cada dia mais tecnológica e não fugirá dessa evolução para se manter competitiva no cenário produtivo se não houver o auxílio dessas ferramentas. Porém, para isso são necessários estudos e o empenho de pessoas capazes de criar e ou adaptar tecnologias que possam servir de auxílio nas tomadas de decisões dentro das atividades agropecuárias (MACKAY et al., 2012).

Ao observar os sistemas de produção de bovinos de corte, vemos um avanço significativo no que se refere à nutrição animal, porém uma simplificação no que se refere a manejo dos animais em pastejo, quando um produtor prefere colher os alimentos e fornecer aos animais ao invés de buscar a elucidação do comportamento dos mesmos em sistemas de pastejo.

O manejo de bovinos em pastejo é uma metodologia de produção que diminui expressivamente o que se tem de mais delicado na pecuária que é a mão de obra, porém requer extrema atenção do manejador, voltando seu olhar ao pasto e aos animais.

Um bom manejador é aquele que consegue manipular o rebanho dentro de uma pastagem oferecendo ótimas condições alimentares e bem estar aos bovinos, o que exige atenção ao ambiente bem como uma atenção especial aos animais, pois esses são capazes de

demonstrar através de seu comportamento as condições favoráveis e adversas a sua saúde e desempenho, o que influenciará diretamente na produtividade.

Para auxiliar no manejo de bovinos em pastejo, diversas pesquisas já foram desenvolvidas no intuito de compreender o comportamento dos bovinos, e vários equipamentos eletrônicos já foram testados e serviram de ferramentas, porém a maioria apresenta alguma limitação seja pelo custo de produção ou aplicação, na demanda por mão de obra, interpretação e principalmente na automatização da interpretação dos dados coletados (CARVALHO et al., 2007; TRINDADE, 2011).

Entre as ferramentas utilizadas em pesquisas de comportamento animal, observa-se a aplicação significativa do uso de registradores automáticos providos de acelerômetros, pela capacidade de adaptação destes em diversas espécies de animais assim como em variadas disposições proporcionando a capacidade coletar dados passíveis de inúmeras interpretações. Nas pesquisas com animais silvestres essa ferramenta é comumente utilizada pela capacidade de monitoramento das atividades desses animais ultrapassando a capacidade de observação humana (BROWN et al., 2013; ELLIOTT, 2013; MCCLUNE et al., 2014; MCCLUNE, 2018).

Já na bovinocultura, encontramos o uso do acelerômetro no monitoramento da saúde, através de alterações comportamentais devido a distúrbios fisiológicos, principalmente em bovinos de raças leiteiras (AUNGIER et al., 2015). Em pesquisas que acompanham o comportamento de bovinos em sistemas de confinamento e ou semi-confinamento, também é encontrado o uso dessa ferramenta, porém com viés diferente do comportamento ingestivo a pasto (WILSON, 2018).

A proposta desse trabalho foi estudar a capacidade da substituição da observação visual pelo uso de registrador automático provido de acelerômetro na observação do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo, uma vez que essa ferramenta já é

comumente utilizada em pesquisas com animais silvestres, pelo potencial dos dados coletados e por ser uma ferramenta de fácil interpretação.

MATERIAL E MÉTODOS

Em um processo anterior a esse ensaio foram realizados testes de identificação de padrões de atividades do comportamento ingestivo de bovinos manejados em pastejo, para que assim pudesse ser aferido e capacitado para coletar dados passíveis de interpretação para ser utilizado na avaliação do comportamento de bovinos.

Esse trabalho foi desenvolvido a partir da adaptação de um algoritmo de leitura de dados coletados por um equipamento eletrônico provido com acelerômetro (denominado de “Apollo”), instalado na alça inferior de um buçal colocado em bovinos manejados no pasto.

Após um processo de identificação dos padrões de movimentação dos bovinos em pastejo, a sequência do desenvolvimento dessa ferramenta foi a comparação entre as metodologias de avaliação convencional de comportamento ingestivo (Observação visual) com os dados capturados pelo equipamento. Para isso, o buçal com o Apollo foi colocado em seis novilhas de corte com peso e idade média de 260kg e 18 meses respectivamente, manejadas em uma área de pastagem natural, com uma oferta de forragem média de 16% do peso corporal dos animais em uma estrutura heterogênea caracterizada por mosaicos formados por espécies de gramíneas predominantes formando estratos superior e inferior que apresentavam altura média de 35 e 8 cm respectivamente, durante o verão (Março de 2018), as quais foram observadas visualmente, por 12 colaboradores previamente treinados, durante 12 horas ininterruptas e anotadas as atividades comportamentais (pastejo, ruminação e ócio) com o intervalo de 10 minutos entre observações (FORBES & HODGSON, 1985).

Os dados de comportamentos ingestivo coletados pelo método de observação visual foram registrados e computados a partir de planilha Excel. Já os coletados pelo equipamento

Apollo foram transferidos para um computador e processados utilizando o software livre Octave, o qual foi adaptado para apresentar os dados de aceleração na forma de gráfico.

Na sequência, foram realizadas as leituras dos gráficos, ou seja, a quantificação manual, do tempo de cada padrão identificado (pastejo, ruminação e ócio) para cada animal durante as 12 horas.

Concomitantemente os registros das atividades observadas visualmente e lidas nos gráficos gerados pelo Octave, foram quantificadas as atividades comportamentais a partir de um software de automatização da leitura dos dados desenvolvido pela empresa Cowmed - Chip Inside. Assim, três metodologias foram comparadas, os dados da observação visual, os padrões de aceleração como base para a leitura dos gráficos e os dados gerados pelo algoritmo. As comparações das metodologias foram realizadas através de uma análise de regressão linear utilizando o programa estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os dados coletados pelo Apollo, foi observado erro de processamento em dois equipamentos, não possibilitando o uso desses para comparação das metodologias, restando para análise, quatro dos seis iniciais. Na sobreposição das metodologias, foi possível observar que as acelerações estão majoritariamente de acordo com o observado visualmente, porém com alguns equívocos característicos da subjetividade do observador, gerando variação na correlação entre as metodologias para alguma atividade (Figura 1).

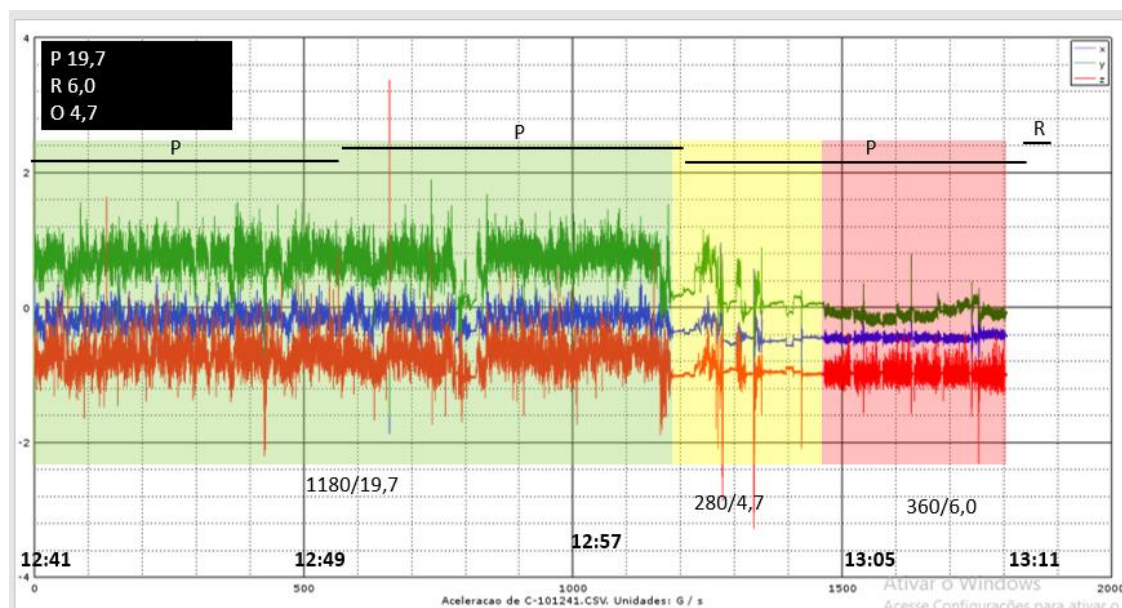


Figura 1 - Sobreposição das metodologias de observação visual e interpretação gráfica em um registro de 30 minutos, sendo as linhas contínuas resultados da primeira e as linhas coloridas das interpretações visuais. P=pastejo; R=ruminação (observação visual); “12:41” hora de registro; “1180/19,7” tempo em segundos/minutos (interpretação gráfica).

Na interpretação do gráfico gerado pela aceleração foi possível observar de maneira eficiente as atividades dos animais em pastejo, se mostrando possivelmente mais assertivo que o método de observação visual, bem como Watanabe et al., (2008), quando utilizaram um eletrônico provido de acelerômetro, analisando individualmente cada eixo de aceleração chegando a conclusão da eficácia do uso desse equipamento no monitoramento das atividades do comportamento ingestivo de bovinos, corroborando com o potencial de observação encontrados nesse trabalho.

Os valores das atividades de comportamento gerados pelo algoritmo são absolutos, não permitindo sobreposições, porém quando esses são correlacionados com os valores das observações visuais, apresentaram coeficientes de determinação (R^2) semelhante bem como quando esses foram correlacionados com os valores da leitura dos gráficos (Tabela 1). Os

dados gerados pelo algoritmo, correlacionados com os dados de leitura dos gráficos apresentaram um valor de coeficiente de determinação maior, o que remete a precisão do algoritmo na função de leitura dos gráficos.

Ao buscar referências na estatística para correlação, encontramos que valores de coeficientes de determinação a partir de 0,7 são considerados como uma forte correlação, porém quando se avalia um número restrito de dados e dados biológicos, como no caso desse trabalho, o ideal é que essa correlação seja maior. Aceita-se como alta correlação valores a partir de $R^2 > 0,9$, principalmente quando se trata da validação de um equipamento, pois esse tem por objetivo representar o máximo de correlação possível com o que realmente se observa. (DANCEY & REIDY, 2005; MIOT, 2018).

Levando em consideração que foi realizada a adaptação e desenvolvimento de um algoritmo de leitura e quantificação das atividades envolvidas no comportamento ingestivo de bovinos, na tabela 1 está representada a correlação entre as metodologias considerando o algoritmo inicial (Algo0), uma atualização intermediária (Algo2) e a versão final (Algo4), a qual apresenta resultados de correlação considerados aceitáveis para a substituição ou suporte a outras metodologias. Um ponto importante a ser considerado é que o valor de probabilidade obtido na análise de regressão, permite aceitar a hipótese alternativa de que os valores são confiáveis e se repetem, com $P=0,0555$.

Tabela 1 - Valores de coeficientes de determinação (expressos em percentagem) e nível de significância entre as metodologias avaliadas para atividades de pastejo, ruminação e ócio a partir de uma análise de regressão linear de quatro registradores eletrônicos Apollo

		OV/Leit	OV/Algo0	OV/Algo2	OV/Algo4	Leit/Algo0	Leit/Algo2	Leit/Algo4
Pastejo	R ² %	97,2	71,0	80,9	82,1	79,3	89,4	89,7
	P	0,01	0,16	0,10	0,09	0,11	0,05	0,05
Ruminação	R ² %	31,6	2,2	9,3	8,7	80,4	89,6	89,2
	P	0,44	0,85	0,70	0,70	0,10	0,05	0,06
Ócio	R ² %	91,7	60,4	64,2	65,8	84,0	88,0	88,8
	P	0,04	0,22	0,20	0,19	0,08	0,06	0,06

OV = Observação visual; Leit = leitura e interpretação gráfica; Algo 0, 2 e 4 = evolução do desenvolvimento do algoritmo de automatização de leitura; em negrito valores com R²<0,7.

Podemos observar na Tabela 1, um coeficiente de determinação muito baixo na atividade de ruminação quando comparadas as metodologias de observação visual (Vis) com os valores da leitura dos gráficos (Leit) bem como os produzidos pelo algoritmo, comprometendo a correlação das mesmas metodologias para a atividade de ócio, porém quando comparados os valores de leitura dos gráficos com os algoritmos as correlações foram maiores. Na sobreposição da observação visual e os gráficos de aceleração, se pode notar uma variação de identificação da atividade realizada pelos animais, com o registrado pelo observador, o que remete a subjetividade e possível fragilidade da metodologia de observação visual, mesmo essa sendo a base de validação desse ensaio.

As comparações de metodologias foram então reanalisadas desconsiderando a observação identificada como “equivocada”. Foi desconsiderado então esse animal e seu respectivo equipamento Apollo, gerando então uma segunda tabela que mostra a alta correlação que houve na comparação das metodologias (Tabela 2). Corroborando com esses

dados, Dutta et al. (2015) observaram acurácia de mais de 90% nos dados coletados por um colar provido de acelerômetro utilizado em bovinos em pastejo.

Tabela 2 - Valores da correlação e nível de significância entre as metodologias avaliadas do comportamento ingestivo a partir de uma análise de regressão linear simples desconsiderando equipamento em que foram encontrados equívocos do observador

		OV/Leit	OV/Algo0	OV/Algo2	OV/Algo4	Leit/Algo0	Leit/Algo2	Leit/Algo4
Pastejo	R ² %	99,3	99,6	99,6	99,4	99,5	99,8	99,8
	P	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Ruminação	R ² %	99,2	97,4	97,7	97,7	98,7	99,3	99,2
	P	0,04	0,07	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04
Ócio	R ² %	99,5	99,8	99,6	99,6	98,8	99,1	98,8
	P	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05

OV = Observação visual; Leit = leitura e interpretação gráfica; Algo 0, 2 e 4 = evolução do desenvolvimento do algoritmo de automatização de leitura.

Fica como sugestão para uma nova análise, aumentar o número de unidades amostrais, uma vez que para esses dados de correlação foi considerado o tempo total de atividades para três bovinos cada um com seu respectivo Apollo durante um período de 12 horas. Uma forma de aumentar o N amostral seria analisar de forma fragmentada no tempo, tomando como repetição de correlação o intervalo de 1 hora. Sendo assim, aumentar-se-ia o número de unidades amostrais sem a necessidade de novos equipamentos.

CONCLUSÃO

O uso do acelerômetro como ferramenta de observação do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo pode ser considerado substituto da observação visual para valores absolutos de tempo das principais atividades de alimentação (pastejo, ruminação e ócio).

REFERÊNCIAS

- AUNGIER, S. P. M.; ROCHE, J. F.; DUFFY, P. et al. The relationship between activity clusters detected by an automatic activity monitor and endocrine changes during the periostrous period in lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 98, p. 1666-1684, 2015.
- CARVALHO, P.C.F. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/16.pdf>
- CUNHA, W. S.. Estudo da inteligência artificial aplicada em internet das coisas, voltada na automação residencial. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 01, p. 1-29, 2018. Available from: <https://semanaacademica.org.br/artigo/estudo-da-inteligencia-artificial-aplicada-em-internet-das-coisas-voltada-na-automacao>
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre, Artmed editora, 2006. 3v.
- DUTTA, et al. Dynamic Cattle Behavioural Classification Using Supervised Ensemble Classifiers. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 111, p. 18-28, 2015. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169914003123>
- FORBES, T.D.A.; HODGSON, J. Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestive behavior of cows and sheep. **Grass and Forage Science**, v.40, p.69-77, 1985. Available from: https://pdfs.semanticscholar.org/5cfc/9aac29498160feb7c27edce2ba637dc45f46.pdf?_ga=2.79665300.1451116066.1582124690-1879456680.1575399705
- MACKAY, J. et al. Establishing the extent of behavioural reactions in dairy cattle to a leg mounted activity monitor. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 139, p. 35–41, 2012. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159112000913>
- McCLUNE, D.W. Joining the dots: reconstructing 3D environments and movement paths using animal-borne devices. **Animal Biotelemetry**. v. 6, p. 1-9, 2018. Available from: <https://animalbiotelemetry.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s40317-018-0150-6>
- McCLUNE, D.W. et al. Tri-axial accelerometers quantify behaviour in the Eurasian badger (*Meles meles*): towards an automated interpretation of field data. **Anim Biotelemetry**, v. 2, p. 1-6, 2014. Available from: [file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/2050-3385-2-5%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/2050-3385-2-5%20(2).pdf)
- MIOT, H.A. Análise de correlação em estudos clínicos e experimentais. **J. vasc. bras.**, v. 17, p. 275-279, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-54492018000400275&lng=pt&nrm=iso. acessos em 17 fev. 2020. Epub 29-Nov-2018. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.174118>.

TRINDADE, J.K. et al. Potencial de um método acústico em quantificar as atividades de bovinos em pastejo. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 46, ,p. 965-968, 2011. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011000800025&lng=en&nrm=iso>. access on 17 Feb. 2020.<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000800025>.

WATANABE, N. et al. Development of an automatic classification system for eating, ruminating and resting behavior of cattle using an accelerometer. **Grassland Science**, v. 54, p. 231-237, 2008. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1744-697X.2008.00126.x>

WILSON, R.P. et al. Give the machine a hand: A Boolean time-based decision-tree template for rapidly finding animal behaviours in multisensor data. **Methods Ecol Evol.**, v. 9, p. 2206-2215, 2018. Available from: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/2041-210X.13069>

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pecuária de corte é uma atividade produtiva de extrema importância para a economia, sociedade e cultura, não só do estado do Rio Grande do Sul como do Brasil e do mundo, a qual carece ainda de muito investimento intelectual que busque a eficiência produtiva. As tecnologias encontradas em todos os meios podem e devem ser observadas com olhares diferentes, não somente ao que se propõe. Uma vez que estas foram criadas a fim de facilitar as demandas das atividades humanas.

Existem diversas fontes tecnológicas que podem e devem servir de apoio a essa atividade, levando a possibilidade de obtenção de resultados de uma maneira mais racional, considerando todo o envolvido na produção, desde as características edafoclimáticas que proporcionam o meio de produção, a disponibilidade de mão de obra, a capacidade de investimento, a saúde e bem estar dos animais, e as interações entre todas essas e demais. Nesse viés o desenvolvimento de um registrador eletrônico, com o uso de acelerômetro, teve o intuito de buscar a aplicação de uma ferramenta que possibilite a coleta de dados importantes para a elucidação da eficiência de manejos em sistemas de criação de bovinos a pasto, buscando otimizar a mão de obra disponível bem como a precisão dos dados coletados.

O registrador com acelerômetro se mostrou uma ferramenta com altíssimo potencial de reproduzir dados de aceleração tomados pelos movimentos de bovinos, na forma de gráficos passíveis de leitura visual, aumentando a precisão dos dados coletados referente ao comportamento ingestivo de bovinos. O desenvolvimento do algoritmo de automatização da leitura dos gráficos mostrou-se eficiente ao que se propôs, gerando valores das atividades do comportamento ingestivo dos bovinos de forma confiável e precisa. A aplicação da metodologia deve seguir sendo avaliada, com o objetivo de aprimorar e explorar ainda mais o potencial dessa ferramenta, tornando-a além de uma ferramenta de pesquisa, uma fonte de auxílio no manejo de bovinos a pasto.

A partir dos resultados considerados confiáveis, nesse ensaio, podem ser desenvolvidos algoritmos que aumentem a capacidade e riqueza dos dados coletados, como por exemplo atividades mais aprofundadas do comportamento ingestivo dos bovinos como taxa de bocado, taxa de ruminação, estações alimentares, deslocamento entre estação, entre outros.

Ao mesmo tempo podem ser adaptados ao equipamento identificadores geográficos, capazes de explorar o deslocamento dos animais dentro de uma área, possibilitando o

entendimento das preferências e seleção por determinadas características específicas do pasto ou busca por confortos físicos dentro do ambiente manejado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRETTA, T. **BOVINOCULTURA DE CORTE NO RIO GRANDE DO SUL: um estudo a partir do perfil dos pecuaristas e organização dos estabelecimentos agrícolas.** 2009. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BROWN, D.D. et al. Observing the unwatchable through acceleration logging of animal behavior. **Animal Biotelemetry**, v. 1, p. 1-16, 2013.

CARVALHO, P.C F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de Ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: Ulysses Cecato; Clóves Cabreira Jobim. (Org.). **Manejo Sustentável em Pastagem: UEM**, v. 1, p. 1-20, 2005.

CARVALHO, P.C.F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba**, v. 1, p. 853-871, 2001,

CARVALHO, P.C.F. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007.

CARVALHO, T.H.N. **Comportamento ingestivo de novilhas e terneiras de corte recriadas em campo nativo no período de outono-inverno.** 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

LIMA, F.X. et al. **Suficiência amostral do tempo de pastejo de novilhas de corte manejadas em pastagens naturais do Bioma Pampa.** In: 28a JORNADA ACADÊMIA INTEGRADA - UFSM. **Anais...** 2013.

MEZZALIRA, J.C. **O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem.** 2009. 159f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MEZZALIRA, J. C. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1114-1120, 2011.

PALHANO, A.L. et al. Padrões de deslocamento e procura por forragem de novilhas leiteiras em pastagem de capim mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2253-2259, 2006.

PRACHE, S. et al. How degree of selectivity modifies foraging behaviour of dry ewes on reproductive compared to vegetative sward structure. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 57, p. 91-108, 1998.

REICHERT, J.T. **Identificação do comportamento do pastejo em ruminantes através do uso de filtros digitais baseados em análise espectral**. 2015. Dissertação (Mestrado em Computação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SANTANA JUNIOR, H.A. et al. Metodologias para avaliação do comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 1475-1486, 2014.

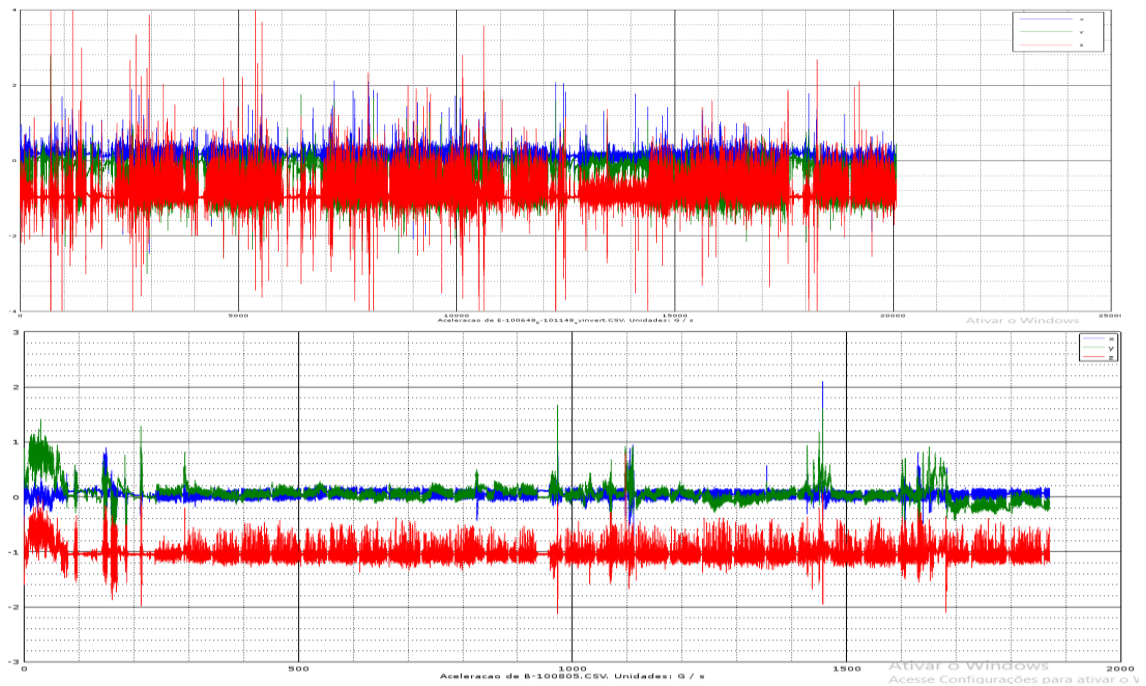
SANTANA, L.R.C. et al. Comportamento ingestivo de bovinos: pastejo contínuo em *Brachiaria decumbens*. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v.1, p.72-77, 2012.

STOBBS, T.H. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. I Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 24, p. 809-819, 1973.

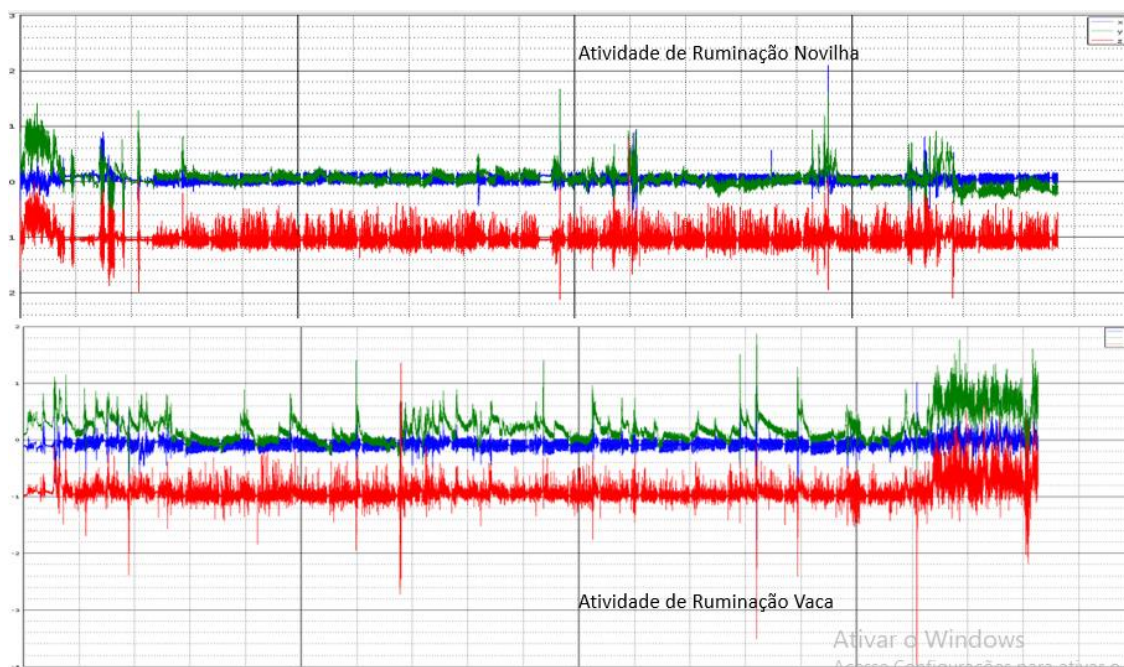
TREVISAN, N.B. et al. Comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém com níveis distintos de folhas verdes. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1543-1548, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Gráfico da identificação dos padrões de aceleração do pastejo e ruminção de bovinos (Capítulo I)



APÊNDICE B - Gráfico da intensidade e frequência de aceleração durante ruminação de novilha e vaca (Capítulo I)



APÊNDICE C - Saída do programa de leitura automática do gráfico de aceleração
“Apollo B” e “Apollo D” algo4 (Capítulo II)

Command Window

```
>> apoloprocess  
>> apolorun ("B-100635_B-101905.CSV", 0,0,1,30,750)
```

Acessando arquivo!

Total de amostras do arquivo: 1214912
Taxa de amostragem: 25 amostras/segundo
Tempo total: 750 minutos

Iniciando processamento da ruminacao!

Iniciando processamento do pastejo!

Iniciando processamento do ocio!

Tempo de ruminacao: 145.897 minutos
Tempo de pastejo: 495.78 minutos
Tempo de ocio: 108.326 minutos

Processo finalizado!

```
>>  
>> apolorun ("D-100645_D-101915.CSV", 0,0,1,30,750)
```

Acessando arquivo!

Total de amostras do arquivo: 1168832
Taxa de amostragem: 25 amostras/segundo
Tempo total: 750 minutos

Iniciando processamento da ruminacao!

Iniciando processamento do pastejo!

Iniciando processamento do ocio!

Tempo de ruminacao: 89.3212 minutos
Tempo de pastejo: 294.094 minutos
Tempo de ocio: 366.587 minutos

Processo finalizado!

```
>> |
```

APÊNDICE D - Variáveis utilizadas na elaboração da regressão linear do Capítulo II

Identificação.	Metodologia	UA	Pastejo (min)	Ruminação (min)	Ócio (min)
B/621	visual	1	440	70	170
C/623	visual	2	440	150	140
D/24	visual	3	360	80	280
E/438	visual	4	450	160	110
B/621	leitura	1	440	126	148
C/623	leitura	2	423	142	152
D/24	leitura	3	281	69	370
E/438	leitura	4	427	125	135
B/621	0algorit	1	567	168	74
C/623	0algorit	2	447	164	171
D/24	0algorit	3	353	106	319
E/438	0algorit	4	511	136	143
B/621	1algorit	1	529	153	67
C/623	1algorit	2	448	157	144
D/24	1algorit	3	340	102	307
E/438	1algorit	4	481	135	132
B/621	2algorit	1	512	146	90
C/623	2algorit	2	427	154	167
D/24	2algorit	3	313	89	347
E/438	2algorit	4	461	123	164
B/621	3algorit	1	508	146	95
C/623	3algorit	2	420	151	177
D/24	3algorit	3	302	89	357
E/438	3algorit	4	456	122	171
B/621	4algorit	1	495	145	108
C/623	4algorit	2	409	152	188
D/24	4algorit	3	294	89	366
E/438	4algorit	4	450	122	176

ANEXO

ANEXO A – Normas para submissão de trabalho para revista Ciência Rural

Normas para publicação

ESCOPO:

1. CIÊNCIA RURAL- Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados **preferencialmente em idioma Inglês**. Os encaminhados em Português poderão ser traduzidos após a 1ª rodada de avaliação para que ainda sejam revisados pelos consultores ad hoc e editor associado em rodada subsequente. Entretanto, caso **não traduzidos** nesta etapa e se **aprovados** para publicação, terão que ser **obrigatoriamente traduzidos para o Inglês** por empresas credenciadas pela Ciência Rural e obrigatoriamente terão que apresentar o certificado de tradução pelas mesmas para seguir tramitação na CR.

Empresas credenciadas:

- American Journal Experts (<http://www.journalexperts.com/>)
- Bioedit Scientific Editing (<http://www.bioedit.co.uk/>)
- BioMed Proofreading (<http://www.biomedproofreading.com>)
- Edanz (<http://www.edanzediting.com>)
- Editage (<http://www.editage.com.br/>) 10% discount for CR clients. Please inform Crural10 code.
- Enago (<http://www.enago.com.br/forjournal/>) Please inform CIRURAL for special rates.
- GlobalEdico (<http://www.globaledico.com/>)
- JournalPrep (<http://www.journalprep.com>)
- Liberty Medical Communications (<http://libertymedcom.com/>)
- Proof-Reading-Service.com (<http://www.proof-reading-service.com/pt/>)
- Readytopub (<https://www.readytopub.com/home>)

LIMITE DE PÁGINAS:

Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será **15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras**. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que não poderão ultrapassar as margens e **nem estar com apresentação paisagem**.

Tendo em vista o formato de publicação eletrônica estaremos considerando manuscritos com

páginas adicionais além dos limites acima. No entanto, os trabalhos aprovados que possuírem páginas **excedentes** terão um custo adicional para a publicação ([vide taxa](#)).

ESTRUTURA:

3. O artigo científico (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão; Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Contribuição dos autores; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente, pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

4. A revisão bibliográfica (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Contribuição dos autores; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

5. A nota (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com Introdução; Metodologia; Resultados e Discussão e Conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Contribuição dos autores; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

COVER LETTER:

6. O preenchimento do campo "**cover letter**" deve apresentar, obrigatoriamente, as seguintes informações em inglês, **exceto** para artigos **submetidos em português** (lembrando que preferencialmente os artigos devem ser submetidos em inglês).

- a) What is the major scientific accomplishment of your study?
- b) The question your research answers?
- c) Your major experimental results and overall findings?
- d) The most important conclusions that can be drawn from your research?

e) Any other details that will encourage the editor to send your manuscript for review?

Para maiores informações acesse o seguinte [tutorial](#).

7. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

TÍTULOS:

8. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

9. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

10. Nesse [link](#) é disponibilizado o **arquivo de estilo** para uso com o software **EndNote** (o EndNote é um software de gerenciamento de referências, usado para gerenciar bibliografias ao escrever ensaios e artigos). Também é disponibilizado nesse [link](#) o **arquivo de estilo** para uso com o software **Mendeley**.

REFERÊNCIAS:

11. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

11.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

11.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

11.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de**

grande porte. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

11.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granaries* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Available from: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Accessed: Mar. 18, 2002. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Response of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to different concentrations of diatomaceous earth in bulk stored wheat. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Accessed: Mar. 18, 2009. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

SENA, D. A. et al. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 3, e20150705, 2017. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000300151&lng=pt&nrm=iso>. Accessed: Mar. 18, 2017. Epub 15-Dez-2016. doi: 10.1590/0103-8478cr20150705 (Artigo publicado eletronicamente).

11.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

11.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

11.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20). (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

11.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local,

evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

11.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Online. Available from:

<<http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>>. Accessed: Mar. 18, 2005 (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Online. Available from: <<http://www.zh.com.br/especial/index.htm>>. Accessed: Mar. 18, 2001(OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Online. Available from: <<http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>>. Accessed: Mar. 18, 2007.

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

DESENHOS, GRÁFICOS E FOTOGRAFIAS:

12. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos, as figuras e os gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

13. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

14. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

15. Lista de verificação (Checklist [.doc](#), [.pdf](#)).

16. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.
17. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.
18. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.
19. Todos os artigos encaminhados devem pagar a [taxa de tramitação](#). Artigos reencaminhados (**com decisão de Reject and Resubmit**) deverão pagar a taxa de tramitação novamente. Artigos arquivados por **decurso de prazo** não terão a taxa de tramitação reembolsada.
20. Todos os artigos submetidos passarão por um processo de verificação de plágio usando o programa “Cross Check”.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES:

21. Contribuição dos autores

Para se qualificar para a autoria do manuscrito submetido, todos os autores listados deveriam ter contribuições intelectuais substanciais tanto para a pesquisa quanto para sua preparação. Por favor, use um dos exemplos abaixo ou faça o seu.

Exemplo um

RW, RA e RCNO conceberam e projetaram experimentos. WC, LM e AA realizaram os experimentos, BB realizou as análises laboratoriais. BB supervisionou e coordenou os experimentos com animais e forneceu dados clínicos. BB realizou análises estatísticas de dados experimentais. WC, MB e NO prepararam o rascunho do manuscrito. Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

Exemplo dois

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito. Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

Exemplo três

Os autores contribuíram igualmente para o manuscrito

ORCID:

22. O ORCID (Open Research and Contributors Identification) permite a criação de identificadores digitais únicos (ORCID ID) para pesquisadores, facilitando a identificação nacional e internacional do pesquisador e sua produção.

Dessa forma recomendamos que todos os autores de cada submissão adotem o registro ORCID em suas publicações.