



VALIDAÇÃO DO USO DE COCHOS ELETRÔNICOS PARA DETERMINAÇÃO DE COMPETIÇÕES SOCIAIS EM BOVINOS CONFINADOS DA RAÇA NELORE

Luis Alberto **Meneghetti Junior**¹; Júlia de Paula Soares **Valente**²; Karolini Tenffen **de Souza**³;
Roberta Carrilho **Canesin**⁴; Maria Eugênia Zerlotti **Mercadante**⁵

Nº 22708

RESUMO – O presente estudo teve como objetivo avaliar se os dados obtidos pelo sistema de monitoramento eletrônico podem ser utilizados para identificar substituições no cocho de novilhos Nelore. Foram avaliados 51 novilhos Nelore, nascidos em 2020, que permaneceram em piquete coletivo equipado com quatro cochinhos eletrônicos GrowSafe® para registro automático do consumo alimentar diário individual. O monitoramento com câmeras foi realizado em três dias com diferentes condições ambientais e duração de uma hora após o fornecimento dos alimentos. Por meio da avaliação das filmagens, foram observadas 1067 substituições de um animal por outro nos cochinhos. Como resultado, foram observadas 421 substituições no primeiro dia, 349 no segundo dia e 297 no terceiro dia. Pode-se dizer que a maior quantidade de interações foi observada após um período de jejum de 24 horas e a menor quantidade devido a um dia chuvoso. As interações classificadas > 3 a 6 segundos foram obtidas com maior frequência, seguidas das interações classificadas de 0 a 3 segundos, > 6 a 10 segundos e > 10 segundos, consecutivamente. Os resultados do presente estudo indicam que o algoritmo pode ser utilizado para identificar competições em cochinhos eletrônicos.

Palavras-chaves: Comportamento animal, bovinos de corte, monitoramento eletrônico, hierarquia social.

1 Autor: Graduação em Zootecnia, Fazu, Uberaba-MG; junior.meneghetti@outlook.com.

2 Colaborador: Doutoranda em Ciência Animal, PPGCA - UFPR, Curitiba-PR.

3 Colaboradora: Doutoranda em Zootecnia, PPGZ - UFPR, Curitiba-PR.

4 Colaboradora: Pesquisadora do Instituto de Zootecnia - Centro APTA de Bovinos de Corte, Sertãozinho-SP

5 Orientadora: Pesquisadora do Instituto de Zootecnia - Centro APTA de Bovinos de Corte, Sertãozinho-SP; mezmecedante@gmail.com.



ABSTRACT – *The present study aimed to evaluate whether the data obtained by the electronic monitoring system can be used to identify replacements in the trough of Nellore steers. Fifty-one Nellore steers, born in 2020, were evaluated, in which they remained in a collective paddock equipped with four GrowSafe® electronic troughs for automatic recording of individual daily food consumption. Monitoring with cameras was carried out on three days with different environmental conditions and duration of one hour after food supply. Through retrospective video observation, 1067 substitutions of one animal for another in the troughs were obtained. As a result, 421 substitutions were observed on the first day, 349 on the second day and 297 on the third day. It can be said that the highest amount of interactions was observed after a 24-hour fasting period and the lowest amount due to a rainy day. Interactions classified > 3 to 6 seconds were obtained more frequently, followed by interactions classified from 0 to 3 seconds, > 6 - 10 seconds and > 10 seconds, consecutively. The results of the present study indicate that the algorithm can be used to identify competitions in electronic troughs.*

Keywords: Animal behavior. Beef cattle. Electronic monitoring. Social hierarchy.

1. INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária deve ser eficiente e competitiva ao mesmo tempo em que promove condições de bem-estar animal e segurança alimentar (DAWKINS, 2016). Entretanto, a intensificação dos sistemas de criação, com rebanhos mais numerosos, mão de obra desqualificada e infraestruturas inadequada, resulta em competição por recursos alimentares e áreas de descanso pelos animais (PROUDFOOT; HABING, 2015). Dessa forma, entender o comportamento dos bovinos pode aumentar a probabilidade de sucesso em sistemas de criação (BRUNSON; BURRITT, 2009).

A hierarquia social desempenha um papel importante no acesso dos animais aos recursos ambientais, como alimento e água, sejam criados em confinamento ou a pasto (HUZZEY et al., 2009). Em confinamento, os animais dominantes apresentam maiores tempos de alimentação e maior frequência de visitas ao cocho do que os demais do grupo (LLONCH, 2017). Logo, se os animais dominantes têm acesso prioritário a comida e água, especialmente quando o acesso ao recurso é limitado, os animais subordinados tendem a sofrer severamente com tal restrição, podendo causar efeitos negativos em relação a produtividade, reprodução, saúde e bem-estar desses animais (MACHADO et al., 2020). Nessa situação, animais subordinados alteram seu comportamento alimentar e passam a se alimentar em horários alternativos (OLOFSSON, 1999).

Uma boa gestão e fornecimento adequados de alimentos e água podem minimizar conflitos e proporcionar interações sociais positivas (BROOM; FRASER, 2015). Boyland (2016), considerou que as relações sociais têm um impacto significativo no sucesso individual e grupal, mas ainda há lacunas no conhecimento de como os animais de criação respondem ao seu ambiente social, que pode variar entre as propriedades e devido as diferentes práticas de manejo.

Por compreender a importância desse assunto e diante da falta de pesquisas recentes nessa categoria animal, o presente estudo tem como objetivo avaliar se os dados obtidos pelo sistema de monitoramento eletrônico podem ser utilizados para identificar substituições no cocho de novilhos Nelore.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido no Centro Avançado de Pesquisa de Bovinos de Corte, órgão do Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo, Sertãozinho, São Paulo. Todos os procedimentos experimentais em animais foram realizados de acordo com as diretrizes de bem-estar animal, conforme a Lei Estadual nº 11.977 do Estado de São Paulo, Brasil e aprovados pelo Comitê de Ética e Tratamento Animal da instituição.

Ao todo, foram avaliados 51 novilhos da raça Nelore, nascidos no ano de 2020, que participaram do teste de eficiência alimentar em 2021, com idade e peso médio de $280 \pm 33,2$ dias e $350 \pm 31,1$ kg, respectivamente. Os animais advinham de grupos contemporâneos, estavam confinados a 82 dias e permaneceram em piquete coletivo de 1.929 m^2 (média de $37 \text{ m}^2/\text{animal}$) equipado de quatro cochos eletrônicos (GrowSafe®) para registro automático do consumo alimentar diário individual (densidade média de 13 animais/cocho), um bebedouro coletivo 1.500 litros e sombra artificial de 122 m^2 . No início do teste, os animais foram identificados com brinco auricular para reconhecimento individual pelo sistema GrowSafe® e numerados (1 a 51) nas laterais do corpo e na região lombar com tinta preta para viabilizar a identificação por vídeo.

Os cochos eletrônicos GrowSafe® (figura 1) são equipamentos que registram informações de consumo e comportamento alimentar de bovinos. Esse sistema baseia-se em módulos de alimentação contendo um cocho alimentador individual e sistema de balanças adicionais ao cocho. O sistema é acionado e consegue identificar o animal que tem acesso ao módulo por possuir sensores que captam sinais por rádio frequência através da aproximação do dispositivo fixado na orelha do animal com os sensores, assim identificando o momento correto de início e fim de alimentação, qual indivíduo e ainda a quantidade de alimento ingerida através da diferença de peso, antes e depois da visita. O banco de dados obtidos pelo GrowSafeSystem® forneceram informações

de eventos de alimentação. O evento de alimentação é definido como o tempo de permanência de um animal α dentro de um cocho específico β , com início quando o animal α é reconhecido pelo cocho β e término quando o animal α retira completamente a cabeça do cocho β (GROW SAFE, 2014).



Figura 1. Módulos de cochos eletrônicos GrowSafe® utilizados para testes de eficiência e comportamento alimentar em bovinos no Instituto de Zootecnia, em Sertãozinho, SP.

As interações agonísticas foram definidas como disputas que resultam na substituição de um animal por outro em um mesmo cocho por meio do contato físico com cabeçadas, empurrões e monta, ou ainda sem contato físico, quando um animal ameaça e o outro recua. Nessas disputas, o animal que inicia a ação e vence a disputa é denominado ator e o outro animal que recebe a ação e perde a disputa é denominado reator.

As gravações obtidas ao longo do teste de eficiência alimentar foram analisadas por um observador previamente treinado. As observações foram realizadas durante o período de uma hora após o fornecimento do alimento fresco (dia 1: das 12:55 às 13:55, dia 2: das 8:50 às 9:50 e dia 3: das 9:30 às 10:30). Durante a análise das imagens foram registrados (1) a identificação do animal ator e do animal reator envolvidos em uma interação agonística que resultava na substituição; (2) data, hora, minuto e segundo em que a substituição ocorreu; e (3) o intervalo de substituição no

cocho em segundo), ou seja, o tempo entre a saída do animal reator do cocho e a entrada do animal ator no mesmo cocho que o reator estava ocupando.

Os três dias de avaliação foram determinados com a finalidade de avaliar o comportamento dos animais em diferentes condições. O primeiro dia de observação foi realizado logo após o período de jejum alimentar e hídrico dos animais (24 horas), o segundo dia em condições ambientais normais e o terceiro dia os animais estavam sob chuva. A escolha de uma hora de observação após o fornecimento da dieta foi determinada por ser o período de maior procura pelo alimento e como consequência ter mais eventos de substituições com interações agonísticas (MCDONALD et al., 2019).

Para a validação das informações obtidas pelos cochos eletrônico por meio da observação visual, categorizou-se as substituições em: (1) Verdadeiros-positivos (VP), substituições identificadas tanto pelo observador quanto o algoritmo (classificação correta da classe Positivo); (2) falso-positivo (FP), substituições encontradas apenas pelo algoritmo (erro em que o modelo previu a classe Positivo quando o valor real era classe Negativo); e (3) falsos-negativos (FN) substituições encontradas apenas pelo observador (erro em que o modelo previu a classe Negativo quando o valor real era classe Positivo). As interações verdadeiro-negativo foram descartadas dessa análise devido a identificação via observador ser utilizada como referência. Logo, independentemente de ter ocorrido uma interação, a substituição foi identificada pelo algoritmo.

Os dados do sistema automático dos cochos eletrônicos bem como os dados obtidos pelo observador foram analisados, tabelados e comparados. Para evitar identificações falsas e incoerentes, as informações que não coincidiam foram revisadas através da visualização do vídeo e tirado a prova. Todos os dados foram preparados e analisados pelo sistema R versão 3.4.2 (R Core Team, 2017).

Os cálculos de validação foram os mesmos utilizados por Foris (2019) na qual avaliou o uso de um algoritmo para detectar substituições agonísticas a partir de dados coletados por cochos eletrônicos de alimentação. A equação 1 foi utilizada para medir dentre todas as classificações de classe Positivo que o modelo fez, quantas estão corretas e a equação 2 para medir dentre todas as situações de classe Positivo como valor esperado, quantas estão corretas, conforme as equações abaixo:

$$\text{Precisão } (P) = \frac{VP}{VP + FP}, \quad (1)$$

$$\text{Revocação } (R) = \frac{VP}{VP + FN}, \quad (2)$$

Para identificar um limite ótimo, foi utilizado a equação 3, segundo Saito e Rehmsmeier (2015) como demonstra a equação abaixo:

$$F\text{-score} = \frac{2 \times \text{precisão} \times \text{revocação}}{\text{precisão} + \text{revocação}} \quad (3)$$

Essa é uma média harmônica entre a precisão e a *revocação*, que está muito mais próxima dos menores valores do que uma média aritmética simples. Trata-se de uma maneira de observar uma única métrica ao invés de duas (precisão e *revocação*). O valor mais alto possível de um F-score é 1,0, indicando precisão e recuperação perfeitas, e o valor mais baixo possível é 0, se a precisão ou a recuperação for zero (GOUTTE; GAUSSIER, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A observação ao vivo ou por vídeo é comumente utilizada para avaliar o comportamento social de bovinos de corte. Contudo, ao se utilizar sistemas automáticos, o controle de erros técnicos e sistemáticos devem ser levados em consideração. No entanto, observadores humanos também são propensos a erros por observação.

De acordo com o resultado descritos na Tabela 1, foram obtidas 1067 substituições, dessas 39,5% (421) foram observadas no primeiro dia, 32,7% (349) no segundo dia e 27,8% (297) no terceiro dia. Observou-se que a maior quantidade de interações ocorreram após o período de jejum de 24 horas e a menor quantidade devido ao dia chuvoso, sabendo que nessa condição a procura pelo cocho e ingestão de alimento é reduzida. Para a relação entre o número de substituições por intervalo de segundos (figura 1), obteve-se com maior frequência as interações classificadas > 3 a 6 segundos (62,9%), seguida das interações classificadas de 0 a 3 segundos (21,3%), > 6 - 10 segundos (10,2%) e > 10 segundos (5,6%), consecutivamente. Sendo a maior frequência (> 3 a 6 segundos) dada em virtude do tamanho do lote e competição por alimentação.

Tabela 1. Dados de substituições nos três dias de avaliação e classificação dessas substituições.

DIA	SUBSTITUIÇÕES (%)	VP (%)	FN (%)	FP (%)
1	421 (39,5)	369 (40,4)	47 (33,1)	5 (45,5)
2	349 (32,7)	278 (30,4)	70 (49,3)	1 (9,0)
3	297 (27,8)	267 (29,2)	25 (17,6)	5 (45,5)
TOTAL	1067 (100)	914 (100)	142 (100)	11 (100)

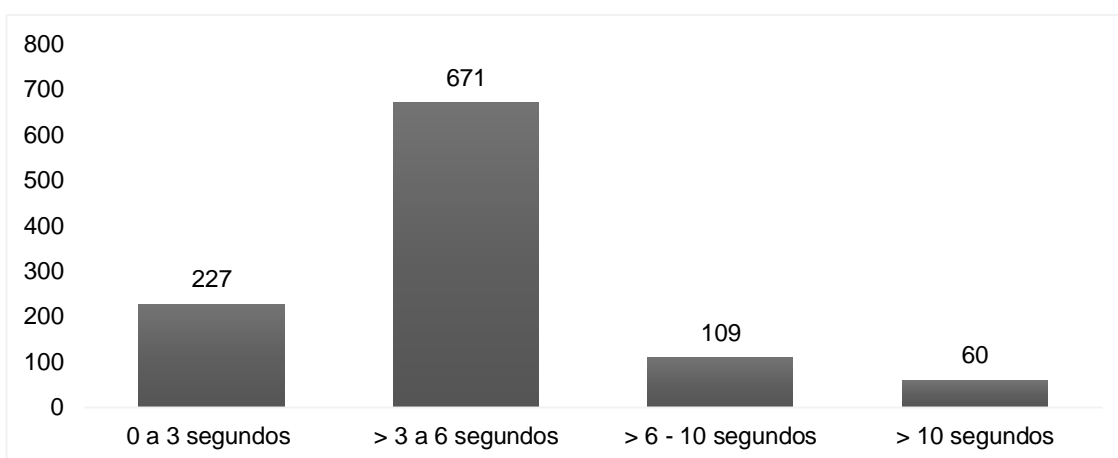


Figura 2. Número de substituições no cocho por intervalo de segundos observados no teste de eficiência alimentar de bovinos Nelore.

Ainda, do total de substituições, 86% foram identificadas tanto pelo algoritmo quanto pelo observador (VP, $n = 914$), 13% somente identificadas pelo observador (FN, $n = 142$) e 1% somente identificadas pelo algoritmo (FP, $n = 11$). Esses resultados são satisfatórios ao se analisar os valores de VP sendo, considerados limiares ótimos da relação de observações tanto identificadas pelo algoritmo quanto vista pelo observador segundo. Ainda, segundo Foris et al. (2019) ainda não está claro como o desempenho do algoritmo é influenciado por possíveis problemas técnicos e/ou erros de reconhecimento do brinco auricular identificador.

Para validar se os cochos eletrônicos podem determinar interações sociais, analisou-se as discrepâncias entre os dados obtidos pelo observador e o pelo algoritmo (tabela 2). A Revocação foi menor do que a precisão em todos os três dias de avaliação, indicando que o observador identificou substituições a mais do que o algoritmo. A precisão foi maior para todos os dias de teste, pois o algoritmo detectou substituição mesmo que um indivíduo ocupasse um cocho sem nenhum contato agonístico com o indivíduo anterior. No entanto, a precisão foi geralmente alta, confirmando que, na

maioria dos casos, curtos intervalos de tempo entre novilhos no mesmo cocho estavam associados a interações agonísticas (de 0 a 6 segundos com maior frequência, como demonstrado na figura1).

Tabela 2. Revocação, precisão e F-scores de detecção de substituição nos diferentes dias de teste.

DIA	Revocação	Precisão	F-score
1	0,89	0,99	0,93
2	0,80	1,0	0,89
3	0,91	0,98	0,95

Tanto a precisão quanto a revocação têm uma interpretação natural em termos de probabilidade. De fato, a precisão pode ser definida como a probabilidade de um objeto ser um dado relevante que é retornado pelo sistema, enquanto a revocação é a probabilidade de que um objeto relevante é retornado (GOUTTE; GAUSSIER, 2005). Com isso, os resultados encontrados por esse teste através da avaliação dos resultados obtidos pelos valores de Revocação, Precisão e F-score são altos e demonstram compatibilidade entre as observações de vídeo por humano e o algoritmo.

Em trabalhos anteriores Huzzey et al., (2014), McDonald et al., (2019) e Foris et al., (2019) também avaliaram o uso de um algoritmo para detectar substituições agonísticas a partir de dados coletados por cochos eletrônicos de alimentação. Um curto intervalo de tempo entre as visitas de duas vacas diferentes no mesmo cocho foi usado para identificar casos em que uma vaca (reatora) foi substituída por uma vaca (atora) por meio de interações agonísticas. Além disso, conseguiram determinar um tempo ótimo de substituição de 26, ≤ 29 , ≤ 22 segundos, respectivamente, para vacas holandesas através dados obtidos pelo algoritmo. No presente estudo não foi possível estimar o tempo ótimo de substituição devido a possíveis falhas de calibração dos sensores, em que a diferença média dos intervalos de substituições entre as identificações do algoritmo e observador foram de 9 segundos.

Outros estudos relataram identificação incorreta de vacas e outros problemas técnicos (CHAPINAL et al., 2007; RUUSKA et al., 2016; MCDONALD et al., 2019), mas não está claro como o desempenho do algoritmo é influenciado por esses problemas, e ainda, a aplicabilidade de um algoritmo de detecção de substituição para avaliar relações sociais em bovinos de corte não é comumente encontrada na literatura.



4. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que o algoritmo é comparável à observação ao vivo na detecção de substituições no cocho de alimentação e pode ser útil para identificar substituições, porém são necessários mais estudos para estimar o tempo ótimo de substituição para novilhos da raça Nelore. A utilização do algoritmo facilitará avaliações do comportamento social de grandes grupos de animais, uma vez que seriam impraticáveis usando observadores humanos.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (bolsa nº 2017/10630-2) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil – CAPES (Código de Finanças 001, bolsa nº 2017/50339-5).

6. REFERÊNCIAS

- BRUNSON, M. W.; BURRITT, E. A. Behavioral factors in rotational grazing systems. **Rangelands**, v. 31, n. 5, p. 20-25, 2009.
- BOYLAND, N. K. et al. The social network structure of a dynamic group of dairy cows: From individual to group level patterns. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 174, p. 1-10, 2016.
- BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Domestic animal behaviour and welfare**. Cabi, 2015.
- BRUNSON, M. W.; BURRITT, E. A. Behavioral factors in rotational grazing systems. **Rangelands**, v. 31, n. 5, p. 20-25, 2009.
- CHAPINAL, N. et al. Validation of a system for monitoring individual feeding and drinking behavior and intake in group-housed cattle. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 12, p. 5732-5736, 2007.
- DAWKINS, M. S. Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable? **Animal Production Science**, v. 57, n. 2, p. 201-208, 2016.
- FORIS, B. et al. Automatic detection of feeding- and drinking-related agonistic behavior and dominance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 10, p. 9176–9186, 1 out. 2019.
- FRASER, D. A review of the behavioural mechanism of milk ejection of the domestic pig. **Applied Animal Ethology**, v. 6, n. 3, p. 247-255, 1980.
- GOUTTE, C.; GAUSSIER, E. Uma Interpretação Probabilística de Precisão, Recall e F-Score, com Implicação para Avaliação. **Advances in Information Retrieval**, 345–359. doi:10.1007/978-3-540-31865-1_25 (2005).
- HUZZEY, J. M. et al. Short communication: Automatic detection of social competition using an electronic feeding system. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 5, p. 2953– 2958, 2014.
- LLONCH, P. et al. Current available strategies to mitigate greenhouse gas emissions in livestock systems: an animal welfare perspective. **Animal**, v. 11, n. 2, p. 274-284, 2017.
- MACHADO, T. M. et al. Licking and agonistic interactions in grazing dairy cows as indicators of preferential companies. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 227, p. 104994, 2020.
- MCDONALD, P. V.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Technical note: Using an electronic drinker to monitor competition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 4, p. 3495–3500, 2019.
- MCDONALD, P. V.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Hot weather increases competition between dairy cows at the drinker. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 4, p. 3447–3458, 1 abr. 2020.



OLOFSSON, J. Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. **Journal of dairy science**, v. 82, n. 1, p. 69-79, 1999.

PROUDFOOT, K.; HABING, G. Social stress as a cause of diseases in farm animals: current knowledge and future directions. **The Veterinary Journal**, v. 206, n. 1, p. 15-21, 2015.

RUUSKA, S. et al. Validation of a pressure sensor-based system for measuring eating, rumination and drinking behaviour of dairy cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 174, p. 19-23, 2016.

SAITO, T.; REHMSMEIER, M. The precision-recall plot is more informative than the ROC plot when evaluating binary classifiers on imbalanced datasets. **PloS one**, v. 10, n. 3, p. e0118432, 2015.