



Avaliação de agitabilidade bovina baseada em dados de acelerômetro

Tulon Pereira da Fontoura¹, Sandro da Silva Camargo¹, Marcos Jun Iti Yokoo²

¹PPGCAP – Universidade Federal do Pampa (Unipampa)

²EMBRAPA Pecuária Sul

{tulonfontoura, sandrocamargo}@unipampa.edu.br marcos.yokoo@embrapa.br

Abstract. *In beef cattle raising, the more docile temperament is related to ease of handling and better meat quality, and the composite score is a widely used method for the evaluation of temperament. In the research on which this article is concerned, a tool for collecting data on the movement of cattle in a containment environment was developed, on which calculations representing the temperament when compared to the composite score were proposed and evaluated. For the collection tool, an accelerometer sensor capable of monitoring movements in three dimensions was used. After analyzing the correlations between the proposed calculations and the composite score, it was concluded that the calculation involving the sum of the standard deviations of the three movement axes is indicated for the assessment of temperament.*

Resumo. *Na pecuária de bovinos de corte, o temperamento mais dócil está ligado à facilidade de manejo e melhor qualidade da carne, e o escore composto de balanço é método indicado para a avaliação do temperamento. Na pesquisa sobre a qual versa este artigo, desenvolveu-se uma ferramenta de coleta de dados de movimentação de bovinos em ambiente de contenção, sobre a qual foram propostos e avaliados cálculos que representassem o temperamento quando comparado ao escore composto de balanço. Para a ferramenta de coleta, utilizou-se um sensor acelerômetro capaz de monitorar movimentações em três dimensões. Após a análise das correlações entre os cálculos propostos e o escore composto de balanço, concluiu-se que o cálculo envolvendo o somatório dos desvios padrão dos três eixos de movimentação é indicado para a avaliação de temperamento.*

1. Introdução

Conforme há o aumento populacional do planeta, é necessário que mais alimento seja produzido, assim, novos métodos de produção de alimentos são criados. Quando se trata de produção animal, principalmente bovinos de corte, o controle da evolução dos animais torna-se muito importante. Uma das características relevantes para esse processo produtivo é o temperamento dos bovinos. Animais com temperamento mais agressivo tendem a prejudicar benfeitorias e tratadores[Probst et al. 2012], ter menor ganho de peso e produzir carne de pior qualidade[Piovesan 1998], sendo menos desejáveis. Em oposição, os bovinos mais calmos e tranquilos são mais fáceis de serem manejados, menos danosos às benfeitorias e produzem carne mais macia[Melo Menezes et al. 2017]. A avaliação do temperamento bovino pode ser feita utilizando o método desenvolvido por Piovesan[1998], chamado de escore composto de balança, no qual um observador monitora, por um período determinado de tempo, as movimentações do animal quando este está restrito ao local de pesagem e, a seguir, atribui-lhe uma nota de 1 a 5.

O objetivo da pesquisa que aqui se apresenta foi desenvolver uma forma objetiva de realizar a avaliação do temperamento de bovinos, de maneira não dependente da avaliação subjetiva de um observador. Para atingir este objetivo, foi necessário desenvolver uma ferramenta experimental de coleta de dados de movimentação, elaborar e propor cálculos a serem aplicados sobre os dados coletados e comparar os resultados com outro método de avaliação do temperamento já utilizados na atualidade. Por último, recomenda um entre os vários cálculos propostos para ser utilizado na avaliação do temperamento com base em dados de acelerômetro.

A justificativa da pesquisa se deu pela necessidade de desenvolver uma forma objetiva de atribuir o temperamento. Esta nova forma de atribuir o temperamento deve causar mínima interferência nos processos de manejo já adotados na propriedade, reduzir erros de anotação e afastar a subjetividade do observador.

Após esta introdução, serão apresentados dados sobre os animais cuja movimentação foi analisada, apresentação do escore composto de balança. a seguir apresentar-se-á a ferramenta experimental de coleta criada para a coleta de dados de movimentação, passando então a apresentação dos cálculos propostos, em seguida, apresenta o método de avaliação de temperamento com o qual os cálculos propostos serão correlacionados. Por fim, serão apresentados os resultados obtidos e a conclusão.

2. Material e métodos

Para esta pesquisa, foram coletados e analisados dados de movimentação (variação de aceleração) de 165 animais da raça Brangus com idades em torno de 18 meses.

O escore composto de balança descrito por Piovesan [1998] é aquele onde um observador monitora a movimentação do animal na balança por um período de tempo pré-determinado. Após este período, o observador classifica a movimentação do animal de acordo com as características descritas a seguir: 1 - calmo, nenhum movimento, nenhuma respiração audível; 2 - inquieto, alternando a posição das patas; 3 - se contorcendo, tremendo, movimentando ocasionalmente a balança, respiração ocasionalmente audível; 4 - movimentos contínuos e vigorosos, movimentando a balança, respiração audível; 5 - movimentos vigorosos e contínuos, movimentando a balança, virando-se ou lutando

violentamente, respiração audível. Animais classificados com valores menores indicam temperamento mais calmo e dócil [Melo Menezes et al. 2017]. Cada observador utiliza suas experiências prévias para a avaliação, o que torna o escore composto de balança uma avaliação própria e subjetiva de cada observador.

2.1. Ferramenta de coleta

A ferramenta experimental de coleta foi desenvolvida utilizando a plataforma de prototipação chamada Arduíno Uno a fim de avaliar o conceito proposto. O Arduíno Uno utiliza um microcontrolador de oito Bits do modelo ATmega328p e trabalha, por padrão, com frequência de 16MHz¹ para controlar todos os demais componentes da ferramenta. Ao Arduíno Uno foram conectados um acelerômetro tri-axial, um *display* de cristal líquido de 20 colunas por 4 linhas, um teclado USB e um cartão de memória do tipo *SDcard* com capacidade de 4 *Gigabytes*. Foi utilizado o sensor acelerômetro do modelo MPU6050 GY-521, escolhido devido a características como frequência de operação, sensibilidade e tipo de comunicação, aliado ainda à facilidade de encontrá-lo e seu custo reduzido. Este modelo de acelerômetro é capaz de informar dados de aceleração nos eixos X (movimentação lateral), Y (movimentação longitudinal) e Z (movimentação vertical), além de outros dados não utilizados nesta pesquisa. O acelerômetro foi instalado dentro de uma caixa estanque, para isolá-lo de poeira, urina e fezes dos animais, uma vez que foi afixado à parte inferior da balança onde o animal fica contido e com movimentações limitadas. O *display* de cristal líquido foi utilizado em conjunto com o teclado para que assim fosse possível ao operador visualizar mensagens da ferramenta de coleta e inserir os dados dos animais em avaliação. O cartão de memória armazenou as informações dos animais e também dos dados de movimentação dos mesmos.

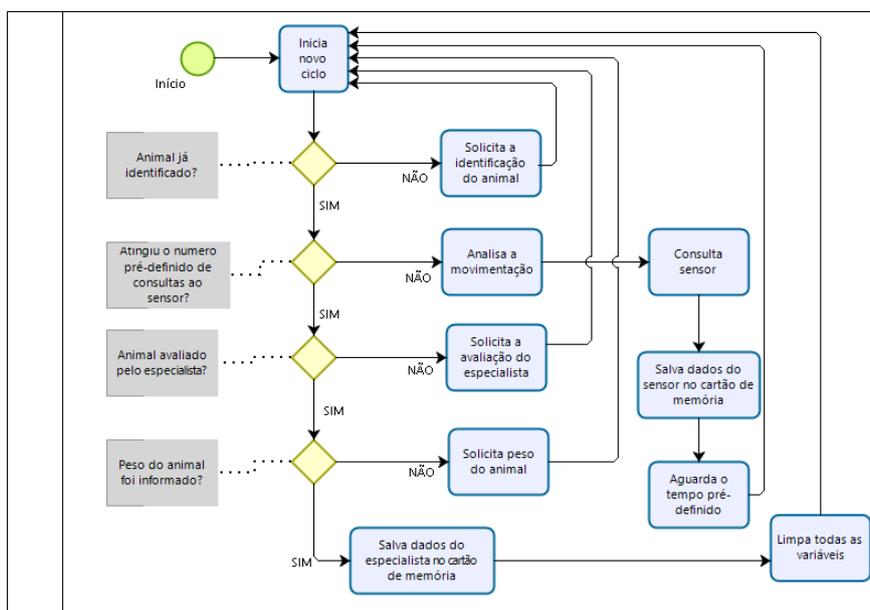
O Arduíno Uno trabalha com a arquitetura de *loop* infinito, ou seja, utiliza uma lógica cíclica de programação: sempre que chega ao fim do ciclo ele volta ao seu início, e, por este motivo, a programação deve ser realizada utilizando vários ciclos aninhados (um ciclo dentro de outro ciclo), cada um deles com seu critério de saída. O primeiro ciclo é o que aguarda o operador inserir a identificação do animal. O operador deve inserir o brinco do animal e confirmar pressionando <enter>, que deve ser pressionado apenas com o animal fechado na balança. Em seguida, inicia-se o ciclo de coleta de dados do acelerômetro, no qual são captados e armazenados os dados de movimentação do acelerômetro. Este ciclo se repete por 200 vezes aguardando um intervalo de 200 milissegundos entre cada ciclo. A seguir, inicia-se o ciclo no qual o operador deve informar a avaliação do especialista, realizada pelo método do escore composto de balança. Por último, inicia-se o ciclo no qual o operador deve informar o peso do animal auferido pela balança.

Os dados coletados são armazenados em arquivo de texto no formato CSV². O formato foi escolhido devido à sua simplicidade e portabilidade e é preenchido linha a linha em cada ciclo de coleta de dados de acelerômetro. Ao final do registro da coleta de dados de movimentação, é inserida uma linha contendo o escore composto de balança e o peso informados. Para cada animal é gerado um bloco de 201 linhas do arquivo final. A ducentésima primeira linha contém apenas informações de peso, avaliação do escore

¹ 16MHz corresponde a até 16 milhões de ciclos de processamento por segundo

² *Comma Separated Value*

Figura 1. Representação do fluxo de processamento



Powered by
bizagi
Modeler

Fonte: [Fontoura 2020]

composto de balança. O tempo para avaliação por parte do observador coincide com o tempo em que é realizado o monitoramento da movimentação pela ferramenta de coleta, de forma simultânea.

2.2. Cálculos propostos

A cada animal pertence um conjunto de 200 linhas de registro de aceleração instantânea coletados pelo acelerômetro e armazenados pelo Arduino. Desta forma, é necessário que estes dados sejam processados para que seja obtido apenas um valor numérico que corresponda a todas as variações de aceleração do animal. Este valor numérico corresponde a um índice das variações de aceleração coletadas a partir da movimentação do animal.

Foram propostas e testadas 29 abordagens de cálculo, baseadas no uso de medidas descritivas e funções matemáticas, como: desvio padrão, média, médias dos módulos, raiz quadrada e logaritmo; aplicadas sobre as acelerações coletadas nos eixos X, Y e Z de forma isolada e no conjunto dos eixos X e Y para o plano horizontal e nos eixos X, Y e Z de forma tridimensional.

Para o eixo X, que representa a movimentação lateral, foram utilizados os cálculos de desvio padrão, média, média dos módulos somatório das raízes e somatório dos logaritmos. Para o eixo Y, que representa a movimentação longitudinal, e para o eixo Z que representa a movimentação vertical, foram replicadas as fórmulas do eixo X. Para os conjuntos de eixos X e Y, que representa a variação de aceleração no plano horizontal, e para os eixos X, Y e Z, que representa a variação de aceleração de forma tridimensional foram utilizadas as fórmulas de somatório dos desvio padrão dos eixos, somatório das médias dos eixos, somatórios das médias dos módulos dos eixos, somatórios das raízes quadradas

da soma dos quadrados dos eixos, desvio padrão das raízes da soma dos quadrados dos eixos, somatório das raízes quadradas dos eixos e o somatório dos logaritmos dos eixos.

Tabela 1. Cálculos propostos

	Cálculo utilizado	Fórmula
Eixo X	Desvio padrão do eixo X (SDx)	σ^X
	Média do eixo X (Mx)	\bar{X}
	Média dos módulos do eixo X (MMx)	$\frac{ X }{n}$
	Soma das Raízes do eixo X ($\sum Rx$)	$\sum \sqrt{X}$
	Soma dos Logaritmos do eixo X ($\sum \log x$)	$\sum \log X$
Eixo Y	Desvio padrão do eixo Y (SDy)	σ^Y
	Média do eixo Y (My)	\bar{Y}
	Média dos Módulos do eixo Y (MMy)	$\frac{ Y }{n}$
	Soma das Raízes do eixo Y ($\sum Ry$)	$\sum \sqrt{Y}$
	Soma dos Logaritmos do eixo Y ($\sum \log y$)	$\sum \log Y$
Eixo Z	Desvio Padrão do eixo Z (SDz)	σ^Z
	Média do eixo Z (Mz)	\bar{Z}
	Média dos módulos do eixo Z (MMz)	$\frac{ Z }{n}$
	Soma das Raízes do eixo Z ($\sum Rz$)	$\sum \sqrt{Z}$
	Soma dos Logaritmos do eixo Z ($\sum \log z$)	$\sum \log Z$
Eixos X e Y	Soma dos desvio padrão dos eixos X e Y ($\sum SDxy$)	$\sigma^X + \sigma^Y$
	Soma das médias dos eixos X e Y ($\sum Mxy$)	$\bar{X} + \bar{Y}$
	Soma das médias dos módulos dos eixos X e Y ($\sum MMxy$)	$\frac{ X + Y }{n}$
	Soma das raízes dos quadrados dos eixos X e Y ($\sum RQxy$)	$\frac{ \sqrt{X^2 + Y^2} }{n}$
	Desvio padrão das raízes dos quadrados dos eixos X e Y ($SDRQxy$)	$\sigma(\sqrt{X^2 + Y^2})$
	Soma das Raízes dos eixos X e Y ($\sum Rxy$)	$\sum \sqrt{X} + \sum \sqrt{Y}$
Soma dos Logaritmos dos eixos X e Y ($\sum \log xy$)	$\sum \log X + \sum \log Y$	
Eixos X, Y e Z	Soma dos desvios padrão dos eixos X, Y e Z ($\sum SDxyz$)	$\sigma^X + \sigma^Y + \sigma^Z$
	Soma das médias dos eixos X, Y e Z ($\sum Mxyz$)	$\bar{X} + \bar{Y} + \bar{Z}$
	Soma das médias dos módulos dos eixos X, Y e Z ($\sum MMxyz$)	$\frac{ X + Y + Z }{n}$
	Soma das raízes dos quadrados dos eixos X, Y e Z ($\sum RQxyz$)	$\frac{ \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} }{n}$
	Desvio padrão das raízes dos quadrados dos eixos X, Y e Z ($SDRQxyz$)	$\sigma(\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2})$
	Soma das Raízes dos eixos X, Y e Z ($\sum Rxyz$)	$\sum \sqrt{X} + \sum \sqrt{Y} + \sum \sqrt{Z}$
Soma dos Logaritmos dos eixos X, Y e Z ($\sum \log xyz$)	$\sum \log X + \sum \log Y + \sum \log Z$	

Fonte: [Fontoura 2020]

3. Resultados e Discussão

Tendo realizado os cálculos propostos sobre os 200 valores coletados para o animal foi possível estabelecer as correlações, utilizando-se a correlação de Pearson, entre os resultados dos cálculos propostos e o escore composto de balança de cada animal. As correlações encontradas entre o escore composto de balança e os resultados obtidos estão apresentados na tabela 2.

Ao analisar a tabela 2, é possível identificar que os cálculos propostos que utilizam o desvio padrão apresentam correlações superiores a 0,7, o que, de acordo com Doria Filho [1999] são consideradas de média a forte. As correlações do escore composto de balança com cálculo de média dos módulos apresenta correlações médias. As com cálculo de médias apresenta correlação baixa. Os demais cálculos apresentam correlação fraca.

Tabela 2. Correlações entre escore composto de balança e resultados obtidos

Eixo X		Eixo Y		Eixo Z		Eixos X e Y		Eixos X, Y e Z	
SDx	0,72	SDy	0,77	SDz	0,71	$\sum SDxy$	0,75	$\sum SDxyz$	0,75
Mx	0,09	My	0,06	Mz	0,34	$\sum Mxy$	0,10	$\sum Mxyz$	0,34
MMx	0,61	MMy	0,71	MMz	0,01	$\sum MMxy$	0,68	$\sum MMxyz$	0,60
$\sum Rx$	0,10	$\sum Ry$	0,56	$\sum Rz$	-0,09	$\sum Rxy$	0,34	$\sum Rxyz$	0,04
						$\sum RQxy$	-0,01	$\sum RQxyz$	-0,11
						$\sum SDRQxy$	0,75	$SDRQxyz$	0,72
$\sum logx$	-0,09	$\sum logy$	0,10	$\sum logz$	-0,08	$\sum logxy$	-0,00	$\sum logxyz$	-0,04

Fonte: Autor (2020)

4. Conclusões

A ferramenta de coleta foi desenvolvida com o objetivo único de coleta de dados de aceleração e por este motivo retornará à fase de desenvolvimento para que possa apresentar o resultado do cálculo sugerido ao usuário. Também foi constatada a necessidade de incluir a verificação de conectividade dos sensores e outros dispositivos conectados, para que seja garantido que haja a correta realização da coleta de dados de movimentação. Bem como deve ser incluído um leitor RFID a fim de otimizar o processo de identificação dos animais e evitar erros de digitação ou leitura do brinco do animal. Conforme observado nos resultados apresentados neste artigo, as correlações mais fortes foram encontradas nos cálculos que utilizam o desvio padrão para sua realização. Desvio padrão, por sua natureza, enfatiza picos de aceleração apresentando valores maiores nas amostras onde há maior variação nas acelerações do animal, conseqüentemente maior agitação do animal. Indo além, sugere-se que seja utilizado o cálculo do somatório dos desvios padrão dos eixos X, Y e Z tendo desta forma um resultado que demonstra a movimentação tridimensional do animal.

Referências

- Fontoura, T. (2020). Temperamento bovino: avaliação de agitabilidade baseada em dados de acelerômetro coletados em ambiente de contenção para manejo. *Bagé,RS: Universidade Federal do Pampa*.
- Melo Menezes, L. d., Cardoso, F. F., e Silveira, I. D. B. (2017). Temperamento em bovinos de corte: características genéticas, metodologias de mensuração e desempenho. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9):1–19.
- Piovesan, U. (1998). Análise de fatores genéticos e ambientais na reatividade de quatro raças de bovinos de corte ao manejo. *Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista*.
- Probst, J. K., Neff, A. S., Leiber, F., Kreuzer, M., e Hillmann, E. (2012). Gentle touching in early life reduces avoidance distance and slaughter stress in beef cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 139(1-2):42–49.