

Validação do *software e-Score* de análise de escore corporal¹

João Paulo Coutinho de Matos², Mayra Cardoso³, Wagner Arbex⁴, Kátia Lage dos Santos⁴, Maria de Fátima Ávila Pires⁵, Bruno Campos de Carvalho^{5,6}

¹O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil: Parte do projeto *Sistema de monitoramento e inteligência para manejo de rebanhos leiteiros e automação em sistemas de produção de leite*, liderado por Bruno Campos de Carvalho

²Graduando em Ciências Biológicas – Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – CES/JF. Bolsista PIBIC CNPq. E-mail: jp.coutm@gmail.com

³Graduanda em Medicina Veterinária – UFJF, Juiz de Fora/MG

⁴Analista, Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora/MG

⁵Pesquisador, Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora/MG

⁶Orientador – E-mail: bruno.carvalho@embrapa.br

Resumo: O *e-Score* é um software-protótipo que avalia o escore de condição corporal em vacas leiteiras por meio da leitura e interpretação de fotografias. O objetivo desse trabalho foi testar diferentes imagens de consulta na calibração do software, comparando os resultados com as avaliações visuais realizadas por profissionais treinados. Foram utilizadas 116 vacas Holandesas, avaliadas quanto ao ECC por um profissional treinado. Três sessões de fotos foram realizadas das posições lombar (vista de cima) e da garupa (vista traseira). Os testes com o software foram realizados com três conjuntos de imagens de consulta: a curva padrão do software, com vacas brancas e com vacas pretas. Os resultados da avaliação por profissional e os retornados pela avaliação do *e-Score*, juntamente com a média entre as análises, além dos valores obtidos por Cardoso et al. (2016) foram tabulados. Os dados obtidos foram submetidos à análise de dispersão de frequência, utilizando-se o teste de qui-quadrado. O índice de acerto foi de 49%, 59%, 47% e 59% para as avaliações de Cardoso et al. (2016), da curva padrão, vacas brancas e vacas escuras, respectivamente, com diferença significativa entre eles. Quanto aos ângulos das fotografias, não houve diferença significativa entre as vistas acima e traseira (38% e 35% de acerto, respectivamente), mas houve diferença significativa entre elas e a média entre as duas (54%). O aplicativo *e-Score* apresentou evolução nas análises se comparado aos resultados de Cardoso et al. (2016) devido às correções dos erros encontrados posteriormente. A utilização das médias entre os escores de vista traseira e vista acima se mostrou mais eficaz do que as vistas analisadas separadamente.

Palavras-chave: CBIR, reprodução animal, vacas leiteiras

Validation of *e-Score* software for body condition score analysis

Abstract: *e-Score* is a prototype software that evaluates the body condition score in dairy cows through the reading and interpretation of photographs. The objective of this study was to test different query images in software calibration, comparing the results with the visual evaluations performed by trained professionals. A total of 116 Holstein cows were used, evaluated for BCS by a trained professional. Three photo sessions were performed from the lumbar positions (top view) and the croup (rear view). Software tests were performed with three sets of query images: the software standard curve, with white cows and with black cows. The results of the evaluation by professional and those returned by the software, along with the average between the analyzes, besides the values obtained by Cardoso et al. (2016) were tabulated. The obtained data were submitted to frequency dispersion analysis, using the chi-square test. The success rate was 49%, 59%, 47% and 59% for the evaluations of Cardoso et al. (2016), of the standard curve, white cows and dark cows, respectively, with significant difference between them. Regarding the angles of the photographs, there was no significant difference between the above and the posterior views (38% and 35% accuracy, respectively), but there was a significant difference between them and the mean between the two (54%). The *e-Score* application presented evolution in the analysis when compared to the results of Cardoso et al. (2016) due to

the corrections of the errors found later. The use of the means between the rear view and top view scores was shown to be more effective than the separately analyzed views.

Keywords: animal reproduction, CBIR, dairy cows

Introdução

O escore de condição corporal (ECC) é uma medida de avaliação visual baseada na observação e tato de pontos anatômicos decisivos, relacionados à reserva energética do animal. Para vacas leiteiras, essas reservas são de grande importância por estarem diretamente relacionadas com a produção de leite, controle metabólico e desempenho reprodutivo. (HOUGHTON et al., 1990). O ECC avalia proeminências e cobertura muscular e de gordura nas regiões torácica e lombar da coluna vertebral, o processo espinhoso e as tuberosidades sacral e isquiática, atribuindo, no geral, uma pontuação que vai de um a cinco, com especificação de 0,25 de acordo com os pontos indicados. Esse método, embora vantajoso, é altamente subjetivo devido à variação nas avaliações realizadas pelos observadores, indicando a necessidade de uma padronização (WILDMAN et al., 1982).

Nesse sentido, a aplicação de soluções baseadas na tecnologia da informação se torna uma alternativa viável para essa padronização. O *e-Score* é um software-protótipo em desenvolvimento pela Embrapa Gado de Leite que avalia ECC em animais por meio da leitura e interpretação de fotografias, aplicando a inteligência computacional numa avaliação matemática dessa variável. É baseado no sistema de *Content-Based Image Retrieval* (CBIR), que contrapõe imagens semelhantes a uma imagem-padrão de consulta, levando em consideração a aproximação dos recursos visuais desta imagem para as outras imagens no conjunto de dados, através da formação de vetores. No entanto, imagens tidas como similares para seres humanos podem ser percebidas como diferentes pelos vetores, e vice-versa (SANTOS et al. 2015).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi testar diferentes imagens de consulta na calibração do *software e-Score*, comparando os resultados com as avaliações visuais realizadas por profissionais treinados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB), em Coronel Pacheco-MG. Foram utilizadas 116 vacas Holandesas, avaliadas quanto ao ECC por um profissional treinado, através da metodologia proposta por Wildman (1982), onde o escore varia de 1 a 5, com escalas intermediárias de 0,25 pontos, tendo como 1 vacas muito magras e 5 vacas muito gordas.

Três sessões de fotos foram realizadas nos meses de fevereiro, maio e junho de 2016. As vacas eram contidas em tronco de contenção e fotografias digitais eram tiradas das posições lombar (vista de cima) e da garupa (vista traseira), em posição inclinada afim de visualizar as nuances do ílio e ísquio. Paralelamente, anotou-se a cor predominante da pelagem de cada vaca avaliada: branca, preta e preta e branca.

As fotos foram submetidas à avaliação no software-protótipo do *e-Score*, que realiza o processamento digital de imagens através do sistema de CBIR (SANTOS et al., 2015). Como o protótipo apenas avalia escores inteiros (de 1 a 5), vacas com escores 2,75 e 3,25 foram consideradas como escore 3 e vacas com escores 3,75 e 4,25 foram consideradas como escore 4. Foram avaliados três conjuntos distintos de imagens de consulta: o primeiro conjunto com a curva padrão do software, o segundo com vacas predominantemente brancas e o terceiro com vacas predominantemente pretas. Os resultados foram comparados com a avaliação do profissional, e classificados de acordo com o grau de acerto, de 0 a 2, sendo 0 quando a diferença entre o escore pelo software e pelo avaliador foi maior que 0,5, 1 quando o escore pelo software foi exatamente igual ao escore pelo avaliador e 2 quando a 0 a diferença entre o escore pelo software e pelo avaliador foi menor que 0,5. Os resultados foram, ainda, comparados com os obtidos por Cardoso et al. (2016), realizadas com outras imagens de consulta pelo mesmo software. Ao todo, 482 fotografias foram utilizadas, sendo 241 de cada uma das posições do mesmo animal). Os resultados da avaliação por profissional e os resultados retornados pela avaliação do *e-Score* das duas posições foram tabulados em planilhas de Excel. Foi também realizada a média entre os valores obtidos pelo software para comparação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de dispersão de frequência, utilizando-se o teste de qui-quadrado ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Em geral, o *e-Score* apresentou evolução no índice de acerto nas avaliações realizadas nesse trabalho, em comparação com as realizadas por Cardoso e colaboradores (2016). Enquanto o índice de acerto desses autores foi de 49,4%, o acerto das avaliações desse trabalho foi de 59,3%, 47,3% e 58,9% para as curvas padrão, curva com vacas brancas e curva com vacas escuras respectivamente (Tabela 1). Essa melhora se deve ao fato de que, durante a utilização do software, vários erros de funcionamento foram encontrados e corrigidos. A diferença entre as análises foi significativa no teste do qui-quadrado ($P > 0,05$). Entre os tratamentos, apenas as comparações entre os resultados de Cardoso et al. (2016) e a curva com vacas branca e entre a curva padrão do software e a curva com vacas escuras não foram significativas ($P < 0,05$, Tabela 1).

A utilização de vacas brancas como curva de análise não se mostrou eficaz, obtendo a menor porcentagem de acerto entre todas as análises (Tabela 1). O fato de que a maioria das vacas analisadas eram predominantemente escuras pode ser responsável por esse desempenho inferior.

Tabela 1. Porcentagem de acertos do software *e-Score* com a diferentes curvas-padrão testadas, comparadas com os resultados obtidos por Cardoso et al. (2016). Letras diferentes correspondem a diferenças significativas no teste do qui-quadrado ($P > 0,05$)

Acertos por observação			
Cardoso et al. (2016)	Curva Padrão	Brancas	Escuras
49,4% ^a	59,3% ^b	47,3% ^a	58,9% ^b

A Tabela 2 apresenta o índice de acerto entre as vistas traseira e acima e da média entre as duas observações. Embora a diferença entre as três variáveis seja significativa ($P > 0,05$), observamos que os índices de acerto para as visões traseira e acima foram menores. No entanto, o índice de acerto para as médias foi muito superior ($P > 0,01$) quando comparadas tanto com a vista acima quanto com a vista traseira, o que demonstra que ambas as avaliações devem ser levadas em conta para formulação do escore final pelo *software*.

Tabela 2. Porcentagem de acertos do software *e-Score* em relação às vistas traseira e acima, bem como da média entre elas. Letras diferentes correspondem a diferenças significativas no teste do qui-quadrado ($P > 0,05$)

Acertos por comparação com ângulos da fotografia		
Vista acima	Vista traseira	Média entre as duas vistas
37,9% ^a	34,6% ^a	53,9% ^b

O sistema CBIR transforma a imagem em um vetor, que é a representação numérica que sumariza as características presentes nela, processada automaticamente através de algoritmos. Então, a imagem processada é combinada com as imagens da curva padrão, sendo calculada a proximidade entre elas (SANTOS et al. 2015). Fatores como o fundo em segundo plano, a luminosidade, a posição da pessoa que está registrando a imagem etc., podem alterar o vetor gerado e, conseqüentemente, a análise realizada pelo *software*. Assim, é necessária uma padronização na geração da imagem, a fim de minimizar essas influências externas. As imagens utilizadas nessa análise apresentavam uma grande variação nos ângulos, o que pode ser um fator que influenciou nos resultados aqui apresentados.

Conclusões

O aplicativo *e-Score* apresentou evolução nas análises se comparado aos resultados de Cardoso et al. (2016) devido às correções dos erros encontrados *a posteriori*. O aplicativo mostrou também melhor desempenho quando utilizado com vacas escuras como curva padrão, porém o fato de que a maioria das vacas analisadas apresentavam pelagem escura pode ter influenciado no resultado.

A utilização das médias entre os escores de vista traseira e vista acima se mostrou mais eficaz do que as vistas analisadas em separado, indicando que o *software* pode ter desempenho melhor ao levar em conta ambas as vistas, ao invés de apenas uma por vez. A padronização das fotos realizadas para a análise (com o uso de guias para realização da fotografia, por exemplo) e a utilização de número igual de vacas escuras e claras são fatores que devem ser levados em conta em estudos futuros.

Referências

CARDOSO, M. et al.. Avaliação de fatores que interferem na avaliação computadorizada do escore da condição corporal. In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2016, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa, 2016. CD.

HOUGHTON, P. L. et al. Prediction of Postpartum Beef Cow Body Composition Using Weight to Height Ratio and Visual Body Condition Score. **Journal Of Animal Science**, [s.l.], v. 68, n. 5, p.1428-1437, 1990.

SANTOS, Lucio F.d. et al. Combining Diversity Queries and Visual Mining to Improve Content-Based Image Retrieval Systems: The DiVi Method. **2015 IEEE International Symposium On Multimedia (ISM)**, [s.l.], p.357-362, dez. 2015.

WILDMAN, E.e. et al. A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 65, n. 3, p.495-501, mar. 1982. American Dairy Science Association.