

# CLASSIFICAÇÃO DE BOVINOS EM FUNÇÃO DE SUAS MEDIDAS LINEARES OBTIDAS COM PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS

Paulo Estevão Cruvinel<sup>1</sup>  
Luiz Carlos Levada<sup>2</sup>  
Antônio Pereira de Novaes<sup>3</sup>  
Maurício Mello de Alencar<sup>4</sup>

## RESUMO

Este trabalho apresenta um sistema informatizado que automatiza a obtenção de medidas lineares em bovinos, com o uso de técnicas do processamento de imagens digitais, bem como viabiliza a classificação com procedimentos estatísticos Bayesianos. Resultados obtidos com estudo de casos mostraram a sensibilidade do método para a classificação e indicação de classes de populações de bovinos reprodutores, de corte, leiteiro ou ainda classes rejeitadas. A opção pelo desenvolvimento no ambiente C++ *Builder* forneceu funcionalidades e facilidades operativas devido à utilização de menus, o que tornou o sistema amigável e viável para qualificar um método para a classificação de bovinos, o que é de interesse para o segmento agropecuário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Classificação Bovina, Processamento de Imagem, Instrumentação

## CATTLE CLASSIFICATION BASED ON LINEAR MEASUREMENTS OBTAINED BY MEANS OF DIGITAL IMAGE PROCESSING

### ABSTRACT

This paper presents a tool for automatic cattle classification based on linear measurements obtained by means of digital image processing techniques. Also it uses Bayesian classification that allows animal classifications as well as herd improvements, identification and maintenance. The whole system was developed in Builder C++ environment, using menus and graphic interfaces, which are friendly to users. Comparison with classical methods has showed the suitability of the developed methodology.

**KEYWORDS:** Cattle Classification, Image Processing, Instrumentation.

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária no Brasil teve seu início com animais da espécie *Bos Taurus*, provenientes da Península Ibérica. A partir daí, foram formados outros animais como, por exemplo, dos tipos crioulo, junqueiro, franqueio e caracu na Região Sudeste, o pantaneiro no Estado do Mato Grosso e o curraleiro nas Regiões Centro Oeste e Nordeste. Tem sido graças à cultura de coleta de dados e do trabalho das associações de criadores, universidades e órgãos de pesquisa que evoluções nas caracterizações das raças continuam sendo obtidas. O desenvolvimento de raças de bovinos envolve especialmente aspectos genéticos, hormonais e ambientais. Entretanto, do ponto de vista fisiológico também são consideradas as dimensões lineares dos animais, as quais são associadas à sua maturidade, ou seja quando cessa o crescimento esquelético e muscular, podendo ser fator preponderante no processo de tipificação (NOTTER *et. al*, 1993; LEVADA, 2002).

---

<sup>1</sup> Engenheiro Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, SP.

<sup>2</sup> Mestre em Ciências da Computação, Universidade Federal de São Carlos, Depto. de Computação, SP.

<sup>3</sup> Médico Veterinário e Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, SP.

<sup>4</sup> Engenheiro Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste, SP.

---

Assim, classes bovinas de reprodutores, gado de corte ou leiteiro, são definidas em função do conjunto de medidas lineares que compõem vetores específicos para machos e fêmeas. Considerando as principais medidas lineares estes vetores de decisão são dados nas formas: *Vetor de Classificação\_Macho* [abertura de quadril; comprimento da anca; comprimento da linha de topo; comprimento do pescoço; comprimento total do corpo; largura de ancas; largura de ombro; perímetro escrotal; perímetro torácico]; *Vetor de Classificação\_Fêmea* [altura de quadril; comprimento da linha de topo; comprimento de anca; flanco traseiro; largura de ombro; perímetro torácico].

Para avaliação das formas de interpretação visual utilizam-se câmaras digitais, um métodos abrangendo um intervalo de aplicações do processamento de imagens com classificadores estatísticos ótimos e similares.

## 2. MATERIAIS E METODOS

A partir da imagem captada, o sistema tem o trabalho de escolher os melhores descritores, analisar se existe algum tipo de correlação entre eles, verificar os descritores correlacionados e unir os descritores relevantes.

A análise por passos para a realização do trabalho de seleção dos descritores e geração do classificador envolvem: -(Passo 1) Obter as imagens das animais sob análise; -(Passo 2) Fazer o pré-processamento das imagens, procurando ressaltar os atributos da mesma; -(Passo 3) Analisar vários tipos de descritores e suas funcionalidades, selecionando aqueles que melhor se aplicam; -(Passo 4) Realizar as medidas lineares e construir um classificador; -(Passo 5) Analisar outros tipos de descritores, visando classificar as animais sob análise em suas classes respectivas; -(Passo 6) Construir um classificador para classificar as animais sob análise conforme sua espécie; -(Passo 7) Esperar um período de tempo para uma nova amostragem, e considerando o período de tempo e o crescimento, recomençar a análise a partir do Passo 1, até que as amostragens nos períodos de tempo e as análises dos melhores descritores sejam selecionados para cada classificador; -(Passo 8) Implementar um gerenciador para os classificadores, para que estes sejam aplicados de forma organizada.

Devido a grande aleatoriedade das classes de padrões que estão envolvidas, a análise probabilística é uma ferramenta importante para a classificação dos dados. Um classificador é considerado ótimo quando, na média, leva à menor probabilidade de erros de classificação (GONZALEZ,1993).

A teoria de decisão de Bayes é uma das teorias fundamentais para o problema de classificação de padrões, pois o assunto é posto em termos de suas probabilidades (DUDA,1973). Cada classe de padrões tem sua probabilidade conhecida, porém seus padrões podem ser completamente conhecidos ou não, muitas vezes sendo necessário estimar os atributos dos padrões para análise. Os estados possíveis da natureza são chamados de classes  $w$ , sendo que  $w = w_1$  para uma primeira classe e  $w = w_2$  para uma segunda classe e  $w = w_n$  para uma classe  $n$ . Devido ao fato das amostras serem imprevisíveis ao selecioná-las, as classes são consideradas variáveis aleatórias. Se uma das probabilidades *à priori* for menor que a outra, a decisão levando em consideração apenas o domínio do problema será em favor da classe que apresentar uma probabilidade maior, porém o conhecimento *à priori* não fornece argumentos suficientes para se decidir a favor de uma classe ou outra, e assim deve-se levar em conta os atributos das classes em questão.

Conhecidas às probabilidades *à priori*  $P(w_j)$  e a densidades condicionais  $p(x|w_j)$ , a influência das características da classe e da probabilidade *à priori* no estado da natureza são dadas pela regra de Bayes. A distância usada para este fim no trabalho é a distância de Mahalanobis, que gera um hiperplano de decisão entre as distribuições dadas na forma de hiperelipsóides. Se uma observação de  $x$  para  $P(x|w_1)$  for maior que  $P(x|w_2)$ , deve-se decidir em favor de  $w_1$ , ou  $w_2$  em caso contrário. Basicamente, o decisor Bayesiano é uma máquina que computa  $c$  funções discriminantes e seleciona a categoria adequada ao maior valor discriminante, que corresponde à região onde o erro é mínimo e ótimo, denotando uma classificação em favor da máxima probabilidade *à posteriori*.

Assim, o método desenvolvido com plataforma de análise em *Builder C++*, considera para obtenção de medidas lineares e classificação de indicadores de interesse agropecuário em raças bovinas a seguinte estrutura em pseudocódigo:

```
Begin
Customização, ajuste de cor de fundo e cor de referência;
    Aquisição de imagem de animais;
        Abertura da imagem;
Análise da figura sinal ruído;
    Filtragem no domínio espacial;
Realização de medidas lineares conforme os vetores:
Medidas para Macho e Fêmeas;
    Classificação com inferência de Bayes e base de conhecimento;
Resultado;
End.
```

Para estudo de caso e validação do método, considerou-se um conjunto de vetores para padrões previamente calibrados e uma população mínima em caráter de simulação, obtidas com o método clássico e medidas lineares realizadas com régua graduada, bem como um conjunto de vetores organizados a partir de medidas lineares obtidas com a técnica do processamento de imagens digitais.

### 3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A Tabela 1 ilustra os resultados obtidos para o estudo de caso com o uso do classificador Bayesiano, onde se observa que o enquadramento atribuído pelo classificados é bastante indicativo. Nota-se também nos resultados que há claramente um maior índice sendo retornado quando ocorre uma classe correspondente à amostra. Observa-se também que o índice retornado é negativo, portanto a classe mais provável é a que mais se aproxima de zero. Na linha 1 da Tabela 1 ao se carregar o vetor com os dados da medida clássica do reprodutor se obteve o maior valor para a classe correspondente, ou seja (-9,365).

Os testes realizados com o uso de padrões pré-calibrados apresentou erro médio percentual variando na faixa de 1,690, desvio médio variando na faixa de 0,306, desvio quadrático médio variando na faixa de 0,141 e erro tolerável variando na faixa de 0,422. Estes valores obtidos indicam um erro médio padrão inferior ou igual a 1,690, o que é considerado como bem aceitável, visto ser inferior a 5%, que é o padrão estabelecido para um bom sistema de medida.

Quanto à interface com o usuário, houve a não limitação quanto à capacidade de alocação de memória, utilizando-se ponteiros dinâmicos e o uso de menus tornou o sistema amigável e auto-explicativo.

Os resultados apresentados indicam a viabilidade de se qualificar um método baseado na composição de técnicas do processamento de imagens digitais para o estudo de processos de classificação de bovinos para o contexto agropecuário com potencial para agregação de valor e redução de perdas para o segmento.

**TABELA 1: Resultados obtidos para o estudo de caso com o uso do classificador Bayesiano.**

<b>Identificação do Animal</b>	<b>Tipo de Medida</b>	<b>Valor Gerado para Reprodutor</b>	<b>Valor Gerado para Gado de Corte</b>	<b>Valor Gerado para Gado Leiteiro</b>	<b>Valor Gerado para Animal Rejeitado</b>
Touro Preto	Clássica	-9,365	-1.037,528	-1.387,779	-25.108,699
Touro Preto	Imagem	-17,038	-1.477,774	-1.806,886	-18.463,328
Vaca P&B	Clássica	-2.640,363	-9,805	-413,030	-37.458,773
Vaca P&B	Imagem	-1.336,439	-12,182	-1.043,391	-43.491,386
Vaca Marrom	Clássica	-5.835,716	-291,580	-12,409	-39.964,281
Vaca Marrom	Imagem	-7.128,161	-483,338	-13,612	-74.865,164
Rejeitado	Estimado	-129.457,230	-11.571,753	-58.181,25	-14,742

#### **4. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio do CNPq (Processo 300.704/82-8).

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIO-GRÁFICAS**

- DUDA, R., HART, P. E. **Pattern Classification and Scene Analysis**. John Wiley & Sons, Inc., NY., 1973, 187p.
- GONZALEZ, R. C., WOODS, R. E. **Digital Image Processing**, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1993, 716 p.
- LEVADA L. C. **Medidas Lineares e Classificação em Bovinos com Técnicas do Processamento de Imagens Digitais**, 2002, 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Universidade Federal de São Carlos.
- NOTTER D. R., MCFADDEN L. G., BERGMAN J. A. Relationship between yearling scrotal circumference and measurement of female reproduction, **Beef Improvement Federation Proceedings**, Arville, USA, p.180-184, 1993.