

## DESENVOLVIMENTO DE UM *SOFTWARE* DE ESTIMATIVA DE BEM-ESTAR DE LEITÕES UTILIZANDO A VISÃO COMPUTACIONAL.

WAGNER TOMÉ SILVA<sup>1</sup> DANIELLA JORGE DE MOURA<sup>2</sup>, ANGÉLICA SIGNOR MENDES<sup>3</sup>,  
KARLA ANDREA OLIVEIRA DE LIMA<sup>4</sup> IRENILZA DE ALENCAR NÄÄS<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Físico, Mestrando em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, Campinas-SP. Fone (19) 3788 1027

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Depto. de Construções Rurais – FEAGRI / UNICAMP, Campinas-SP

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, Campinas-SP

<sup>4</sup> Médica Veterinária, Mestranda em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, Campinas-SP

<sup>5</sup> Eng<sup>a</sup> Civil, Prof<sup>a</sup> Titular Depto. de Construções Rurais – FEAGRI / UNICAMP, Campinas-SP

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** A necessidade do produtor para a maximização da produtividade e economicidade dos processos, leva ao uso de tecnologias direcionadas para a gestão do ambiente da produção suínica, no sentido de atingir o conforto térmico e bem-estar animal. O entendimento do comportamento dos animais, através da análise de imagens pode ser um eficiente método de estimativa de bem-estar, de forma não invasiva. Entre os diversos sistemas e técnicas utilizados na monitoração e controle dos processos de produção animal, a visão computacional e o processamento de imagens têm sido estudados e aplicados tanto no processo de produção (na fase de criação dos animais), como no processamento dos produtos. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um algoritmo, para com isso, desenvolver um *software* de reconhecimento de conforto e bem-estar de leitões, através da análise observacional de imagens baseando-se nos seus respectivos dados comportamentais. O *software* foi validado em uma maternidade comercial de suínos, onde, baseado na posição do centro de massa, pôde-se determinar o uso do piso pelos leitões e, conseqüentemente, sua condição de bem-estar.

**PALAVRAS-CHAVE:** análise de imagens, dispersão, leitões

### DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TO ESTIMATE PIGLETS WELFARE USING THE COMPUTACIONAL VISION

**ABSTRACT:** The producer's need to increase productivity and process economics leads to the use of technologies directed to the management of both production and environment in order to reach thermal comfort and animal welfare. The understanding of animal behavior through the use of image analysis may be an efficient method for estimating welfare in a non-invasive way. Among the systems and techniques used in process control and monitoring computer vision and image processing have been studied and applied in the production (animal growing phase) process as well as in product processing. This research had the objective of developing an algorithm, and use it in the development of a software that could identify thermal comfort and welfare in piglets, using vision analysis based on behavioral data. The software was validated in a commercial swine farrowing house, where based on the piglet's mass center position, the piglet's floor use was found, and consequently their welfare condition.

**KEY-WORDS:** image analysis, dispersion, piglet

**INTRODUÇÃO:** As técnicas de visão computacional vêm sendo utilizadas com sucesso no monitoramento do comportamento de animais domésticos e avaliação do seu bem-estar, tendo como uma de suas principais características, o potencial de permitir, de maneira não invasiva, a identificação dos animais, e ocorrência de situações e comportamentos diversos, relativos a estresse, reprodução, sanidade, entre outros, que podem ser utilizados tanto nas pesquisas como, posteriormente, no gerenciamento da produção.

Com a utilização da análise de imagens Minagawa & Iechikawa (1992) estimaram o peso de suínos, com um erro de 9kg no lote de 100 animais. Os autores usaram o centro de massa dos animais nas imagens como ponto de partida para o dimensionamento da imagem resultante. Marchant & Schofield (1990) descreveram outro modelo para classificação de imagens de suínos que, além de utilizar o centro de massa do animal, usava também o perímetro vivo esperado.

Shao et al. (1997), conduziram um estudo que classificou o ambiente térmico dos suínos em três categorias: estado de frio, de conforto e de calor, de acordo com o conforto térmico e bem-estar dos animais a partir da análise de imagens. Wouters et al. (1990) e Geer et al. (1991) relataram que o uso de parâmetros de imagens comportamentais com variáveis de entrada compostas por temperaturas ambientais, podem controlar eletronicamente o ambiente dos suínos.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de algoritmos de reconhecimento de imagens, para identificar condição de bem-estar de leitões, servindo de base para a tomada de decisão quanto ao uso e acionamento de controle ambiental.

**MATERIAL E MÉTODO:** O *software* para análise e para o estudo das imagens captadas foi desenvolvido com programação em Delphi 5. Basicamente, a imagem foi transformada em vários níveis (0 a 255) de cores (vermelha, verde e azul), cujos valores foram armazenados na memória do programa. Os intervalos de níveis solicitados foram: vermelho (90 a 220), verde (90 a 220) e azul (120 a 255), não havendo restrição de saturação ou intensidade.

Os valores foram armazenados pixel a pixel. A leitura dos pixels foi feita linha por linha até varrer completamente a figura (imagem). Quando se localizava um pixel dentro dos níveis de cores desejados e pré-estabelecidos, este era guardado em uma tabela, com sua localização (x, y) e níveis de cores em bytes.

Após o reconhecimento de todos os pontos, calculou-se o centro de massa (CM) da figura e a distância de cada pixel até este centro de massa ( $d_i$ ), como mostram, respectivamente, as equações (1) e (2).

$$CM = \left( \frac{\sum d_x}{n}, \frac{\sum d_y}{n} \right), \text{ onde atribuímos 1 ao valor de massa de cada pixel.} \quad \text{Eq. (1)}$$

$$D_i = \sqrt{(CM_x - X_i)^2 + (CM_y - Y_i)^2}, \text{ onde } X_i \text{ e } Y_i \text{ são as coordenadas do pixel } i. \quad \text{Eq. (2)}$$

Com esses dados é possível obter outras informações, como a velocidade média de deslocamento do centro de massa da figura ( $\overline{V_{cm}}$ ), a dispersão ( $Disp$ ) e a velocidade média de dispersão ( $\overline{V_{disp}}$ ) dos pontos da figura, como pode ser observado, respectivamente, pelas equações (3), (4) e (5).

$$\overline{V_{cm}} = \frac{\Delta d_{cm}}{\Delta t} \dots\dots \text{Eq. (3)}$$

$$Disp = \frac{\sum D_i}{n} \dots\dots \text{Eq. (4)}$$

$$\overline{V_{disp}} = \frac{\Delta Disp}{\Delta t} \dots\dots \text{Eq. (5)}$$

A área ocupada por cada suíno foi encontrada somando-se os pixels selecionados.

A validação do *software* foi realizada na maternidade de uma granja comercial, localizada no município de Elias Fausto/SP onde as imagens relativas aos leitões foram obtidas. Posteriormente, o desenvolvimento do algoritmo foi realizado no Laboratório de Conforto Térmico I, da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP.

Para o monitoramento dos padrões comportamentais dos leitões, frente às condições climáticas em que estão inseridos, utilizou-se uma microcâmera da marca Top Cam, colorida, tecnologia CMOS e lente de 120° instalada acima da região ocupada pela matriz. Também se instalou uma lâmpada fria, próxima a microcâmera para a obtenção das imagens no período noturno. As imagens foram registradas a cada 2 min, durante todo o período de lactação, sendo armazenadas no computador por uma placa de captura de imagens modelo IVC – 120G, com entrada e saída digitais, e processamento máximo de 30 frames por segundo.

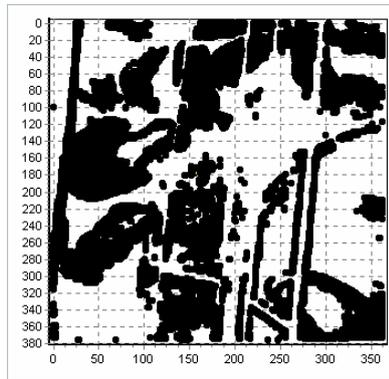
As imagens comportamentais foram divididas em três categorias básicas: frio, conforto e calor conforme o grau de dispersão dos centros de massa. Na análise comportamental, considerou-se que quando os leitões estavam agrupados, tratava-se de um estado de frio; quando estavam distanciados, de calor; e quando os leitões estavam em uma situação de pouca proximidade entre si, isso indicava uma situação de conforto térmico e bem-estar animal.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Esse *software* possibilitou analisar uma imagem em 4 s (para um processador de 800kHz), ou seja, em 1 h de uso contínuo é possível analisar até 900 imagens, facilitando muito o trabalho do pesquisador. Os arquivos para o armazenamento das imagens não necessitam ser muito extensos e, portanto, há uma grande facilidade em seu tratamento.

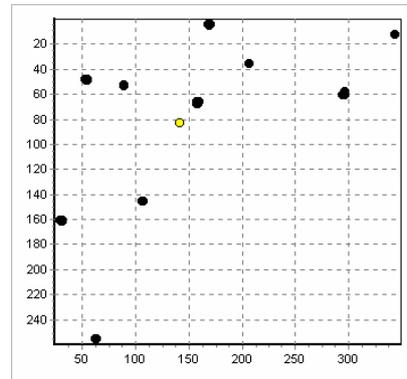
Na Figura 1, observa-se a imagem dos leitões onde o centro de massa de cada um foi selecionado com pequenos círculos amarelos idênticos, para ocasionar um maior contraste. Na Figura 2, o *software* busca identificar os pontos importantes através dos limites de cores programados. Já na figura 3, o programa buscou e registrou os pontos marcados em círculos amarelos e, em seguida, na Tabela 1 mostra-se os resultados das coordenadas do Centro de Massa, Dispersão dos animais e Área ocupada por eles. Em todos os casos os valores não estão em unidade padrão de distância (m), mas em valores proporcionais a este.



**Figura 1.** Visualização do Centro de Massa.



**Figura 2.** Segmentação da imagem.



**Figura 3.** Centros de Massa plotados graficamente.

O centro de massa usado no algoritmo resultou em uma expressão adequada da área ocupada pelos leitões, concordando com o preconizado por Minagawa & Iechikawa (1992), e Marchant & Schofield (1990).

Mount citado por Xin e Shao (2002), realizou a classificação das imagens relacionadas a frio, conforto e calor de acordo com a área ocupada pelos animais. Os autores citados consideraram a dispersão dos animais nessa classificação, porém não foi utilizado o centro de massa no cálculo dessa dispersão.

A classificação dessas três categorias foi baseada em respostas comportamentais às condições térmicas dos leitões, segundo a metodologia proposta por Xin (1999).

**Tabela 1 - Resultados das coordenadas do Centro de Massa.**

Figura	C.M.(x)	C.M.(y)	V(CM)	Dispersão	V(disper.)	Área
1	146,4	77,7		99,54		36
2	121,5	90,7	28,05	111,63	1,209	37
3	155,7	70,6	39,63	109,67	-0,196	37
4	154,3	104	33,44	126,63	1,696	51
5	128,9	80,1	34,88	83,26	-4,337	51
6	159	55,4	38,95	76,69	-0,657	52

Em trabalho semelhante realizado por Xin & Shao (2002), utilizou-se a mesma segmentação das imagens, em formato binário, com os suínos em branco (intensidade de 1) e o plano de fundo em preto (intensidade 0). Neste caso a captura de imagens foi de 256 níveis de intensidade.

Para a eliminação de pequenos objetos que permanecem no piso, como os dejetos, de acordo com o citado autor, foram necessários filtros de aberturas e filtros de reconhecimento de pequenos pontos à distância. De acordo com o autor, os operadores de aberturas podem ser visualizados com um filtro morfológico, que geralmente suaviza o contorno dos objetos, exclui objetos indefinidos e elimina pequenos objetos. Procedimentos semelhantes terão de ser tomados com a finalidade de eliminar das imagens estes mesmos objetos desnecessários, para com isso melhorar a qualidade do contraste do animal com o plano de fundo.

**CONCLUSÕES:** Foi possível registrar, através da análise de imagens, as condições de bem-estar dos leitões no interior das instalações da sala de maternidade. O futuro do aprimoramento deste *software* está na formação de um banco de dados (imagens) a fim de que se possa utilizar a técnica de redes neurais para interpretações mais precisas, viabilizando a tomada de decisão no processo de climatização.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:**

GEERS, R.; VILLE, H.; GOEDSEELS, V.; HOUKES, M.; GOOSENS, K.; PARDUYNS, G.; VAN BAEL, J. Environmental temperature control by the pig's comfort behavior through image processing. **American Society of Agricultural Engineers**, v.34, n.6, p.2583-2586. 1991.

MARCHANT, J.A., SCHOFIELD, C.P. (1990) Pigs, Snakes and Maggots. Div. Note, Silsoe Research Institute, Silsoe, Bedford.

MINAGAWA, H., IECHIKAWA, T (1992). Measurement of pig weights by an image analysis. ASAE Paper 92-0000, 8p. ASAE, Chicago.

SHAO, J.; XIN, H.; HARMON, J.D. Neural network analysis of postural behavior of young swine to determine their thermal comfort. **American Society of Agricultural Engineers**, v.40, n.3, p.755-760. 1997.

WOUTERS, P.; GEERS, R.; PARDUYNS, G.; GOOSENS, K.; TRUYEN, B.; GOEDSEELS, V.; VAN DEER STUYFT, E. Image analysis parameters as inputs for automatic environmental temperature control in the piglet's houses. **Computers & Electronics in agriculture**, v.5, p. 233-246. 1990.

XIN, H.; SHAO, B. Real-time assessment of swine thermal comfort by computer vision. In Proceedings of the world congress of computers in agriculture and natural resources. ASAE publication number 701P0301. p. 362-369, 2002.

XIN, H. Assessing Swine Thermal Comfort by Analysis Images of Postural Behaviour,. *Journal Animal Science*, vol. 77, Suppl. 2/*J. Dairy Sci.* Vol. 82, Suppl. 2/1999.