



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Metodologias e tecnologias para avaliar o bem-estar na avicultura

Raphaela Christina Costa Gomes ⁽¹⁾; Flávio Alves Damasceno ⁽²⁾; Flávio Faria de Souza ⁽³⁾; Leonardo Schiassi ⁽⁴⁾; Marcos Barcellos Café ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Doutoranda em Produção Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO. E-mail: raphachris@gmail.com

⁽²⁾ Doutorando em Construções Rurais e Ambiente, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. E-mail: flavio.damasceno@ufv.br;

⁽³⁾ Doutor, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. E-mail: flaviotick@gmail.com;

⁽³⁾ Mestrando, Departamento de Engenharia de Sistemas, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. E-mail: leoschiassi@hotmail.com;

⁽⁴⁾ Professor Adjunto, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO. E-mail: mcafe@vet.ufg.br

Resumo

Conhecer e garantir o bem-estar das aves no sistema de criação é importante, pois afeta diretamente a produção, o que pode significar a viabilidade econômica no empreendimento agropecuário. Assim, a construção de modelos de estimativa do bem-estar que auxilie no suporte à decisão na gestão de aviários, que utilize parâmetros inerentes às aves, em tempo real, torna-se cada vez mais necessário para o sucesso e a sustentabilidade da avicultura

nacional. Desta forma, este estudo visa dar uma breve descrição de algumas técnicas de avaliação não-invasivas aplicadas na avicultura, destacando os principais métodos para prever os índices de produtividade, respostas fisiológicas e bem-estar animal.

Termos para indexação: avicultura, comportamento animal, avicultura de precisão

Methodologies and technologies for assessing the welfare in poultry

Abstract

Understand and ensure the welfare of birds in the breeding system is important, because it directly affects the production, which may mean the economic viability in agricultural development. Thus the construction of models to estimate the welfare that assists in decision support in the management of poultry, using parameters pertaining to the birds in real time, it becomes increasingly necessary for success and sustainability of the national poultry industry. Thus, this study aims to give a brief overview of some valuation techniques applied non-invasive in poultry, highlighting the main methods for predicting productivity rates, physiological responses and animal welfare.

Index Terms: poultry, animal welfare, poultry precision

Introdução

Vários estudos destinados a conceber metodologias para a medição científica do bem-estar dos animais estão sendo realizados, motivados por razões de ordem ética ou pelo reconhecimento dos custos elevados que essas mudanças implicam para produtores e consumidores (ALVES, 2006).

Os avanços tecnológicos ocorridos com as exigências e tendências dos mercados consumidores fizeram com que a produção avícola se tornasse mais intensificada e tecnificada. Desta forma, a zootecnia de precisão tornou-se um

artifício indispensável para se adequar o ambiente de criação e exploração destes animais.

Desse modo, algumas ferramentas de estudo do ambiente de produção animal tem sido utilizadas, entre elas alguns sistemas inteligentes como análise de imagens, lógica *fuzzy*, redes neurais e outras, todas elas interligadas ao interesse do produtor em atingir um elevado potencial produtivo e auxílio na tomada de decisões quanto ao manejo de mecanismos de controle ambiental.

Pereira et al. (2008) afirmaram que para entender o comportamento e suas pequenas variações decorrentes das mudanças do ambiente térmico, desenvolver modelos que simulem o bem-estar a partir de respostas das aves ao ambiente, constituem o primeiro passo para a criação de um sistema de monitoramento digital de aves em galpões de produção que identifiquem diferentes níveis de bem-estar das mesmas.

Do exposto, esse trabalho busca abordar algumas técnicas de avaliação não invasivas do bem-estar aplicadas na avicultura, destacando os principais métodos para prever os índices de produtividade, respostas fisiológicas e bem-estar animal.

Bem-estar animal

A maioria das definições de bem-estar destaca a necessidade da harmonia entre o indivíduo e o ambiente. De acordo com Hurnik (1995), o ambiente de um animal consiste em numerosos componentes ou fatores que podem ser geralmente definidos por estímulos. As reações comportamentais à presença ou ausência de estímulos podem servir como indicadores imediatos dos estados fisiológicos dos animais e da qualidade de seu ambiente.

Outra variável utilizada para avaliar estresse e bem-estar animal é a incidência de comportamentos anômalos, ou seja, um redirecionamento de desempenhos para os quais o animal tem forte motivação, mas cuja realização está impedida por fatores ambientais (HÖTZEL e MACHADO FILHO, 2004).

A ocorrência e frequência de comportamentos anômalos é muitas vezes usada para avaliar a adaptação do animal a um ambiente de cativeiro. Outras vezes, o comportamento dos animais numa situação é comparado com o de animais que têm a possibilidade de desenvolver um repertório comportamental mais próximo do considerado natural para a espécie em condições ambientais apropriadas. Além dessas avaliações, a observação das preferências dos animais é utilizada como forma de obter a opinião dos mesmos em relação a certas situações de manejo ou ambientes (HÖTZEL e MACHADO FILHO, 2004).

Conhecer e garantir o bem-estar das aves no sistema de criação é de grande importância, pois afeta diretamente a produção das aves. Considerando as pequenas margens de lucro do produtor, o bem-estar das aves pode significar a viabilidade econômica no negócio. Assim, a construção de modelos de estimativa do bem-estar que auxilie no suporte à decisão na gestão de aviários, que utilize parâmetros inerentes às aves, em tempo real, torna-se cada vez mais necessário para o sucesso e a sustentabilidade da avicultura nacional (PEREIRA et al., 2007).

Ambiência para aves

Aves submetidas a condições ambientais desfavoráveis respondem com comportamentos alimentares e comportamentos físicos característicos. A exposição de frangos a altas temperaturas provoca redução na ingestão de alimentos, resultando em efeitos negativos na taxa de crescimento, rendimento do peito e qualidade da carne, além de tornar necessário o desvio de energia da produção para promover a perda de calor (DOZIER III et al., 2006; LU et al., 2007). Quando submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada, frangos de corte apresentam aumento da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (t_{retal}), podendo alcançar 160 resp. m^{-1} e 42,9 °C aos 35 dias de idade, respectivamente (MARCHINI et al., 2007).

Damasceno et al. (2010), ao avaliar dois galpões para criação de frangos de corte com sistema resfriamento adiabático evaporativo diferentes, observou que as aves em situação de estresse térmico apresentaram FR e t_{retal} de 70,1

resp. min^{-1} e $40,9^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Valor superior ao encontrado por Medeiros (2001) que é de 40 resp. min^{-1} , ao avaliar frangos de corte da linhagem *Avian Farm* em câmaras climáticas com a V igual a $1,5 \text{ m s}^{-1}$, UR entre 35 e 85% e tbs em torno de 19 a 24°C .

É importante ressaltar que o comportamento animal é uma expressão resultante de todas as interações possíveis existentes entre as aves e as variáveis presentes no ambiente de alojamento, sendo, portanto, um significativo indicador do conforto térmico (BIZERAY et al, 2002; SALGADO, 2006).

Durante o estresse térmico, as aves também podem alterar seus comportamentos para manter sua temperatura corporal dentro dos limites normais. Ajustes de comportamento podem ocorrer rapidamente e com menor dispêndio de energia para a ave do que muitas respostas fisiológicas, como a redução de suas atividades físicas, já que, permanecendo sentadas e com as asas abertas aumentam a dissipação de calor pela maximização de sua área de superfície corporal, o que induz a piloereção e o aumento do fluxo sanguíneo para os tecidos periféricos não cobertos com penas, como pés, crista e barbela (FURLAN, 2006).

A utilização de dados intrínsecos aos animais parece ser o ponto fundamental para conseguir mensurar a sensação de bem-estar (BRACKE et al., 2004; PEREIRA et al., 2005). Utilizando sensores para o monitoramento com precisão da frequência de algum comportamento, pode-se inferir que o aumento ou a diminuição dessa frequência implica aumento da sensação de bem-estar. Pereira (2005) estudou as variações de expressão dos comportamentos de matrizes pesadas da linhagem *Hybro-PG* em função do ambiente físico e determinou cinco comportamentos que são mais afetados pelo ambiente, quais sejam: frequências de ocorrências de deitar, ciscar e uso do ninho e duração das ocorrências de limpar penas e uso do bebedouro. Para esses comportamentos, o autor construiu modelos de regressão linear que simulam as ocorrências em função do ambiente físico.

Comportamentos anormais, tais como estereotípias, auto-mutilação, canibalismo, bicar de penas em aves ou comportamento excessivamente agressivo indicam que o indivíduo em questão encontra-se em condições de baixo grau de bem-estar (BARBOSA FILHO, 2004).

Comportamento avícola

O comportamento animal, de ação e reação, quando submetidos a diferentes estímulos, é necessário para responder as influências destas reações na produção (BROOM e MOLENTO, 2004).

O comportamento é um fenômeno complexo, pois ocorre tanto em indivíduos isolados como em grupos, sendo controlado através de mecanismos neurobiológicos e hormonais (MENCH, 1992). Como comportamento das aves em uma população, destacam-se os hábitos que se alteram desde a criação extensiva, ou a criação em semi-confinamento até o confinamento total.

O comportamento das aves depende de alguns fatores como espaço, proteção das penas (glândulas do uropígio), ciscar, espojar, banhar, empoleirar etc. É interessante observar que, sob determinados aspectos, o comportamento vem mudando nas aves confinadas, principalmente o uso de glândulas do uropígio, que já não apresentam as funções de lubrificação das penas, pois praticamente não são usadas, e tendem a atrofiar-se, caso a ave não sofra nenhuma mudança em termos de alojamento. Outro ponto interessante está relacionado com a moela, que a princípio era uma musculatura dura, capaz de moer os grãos ingeridos, auxiliada no processo pela ingestão de pedriscos; como a ave vem recebendo uma ração toda farelada, desde o primeiro dia de idade, a musculatura rígida se transformou em uma musculatura flácida, devido à falta de função (CAMPOS, 2000).

O comportamento animal era definido até algum tempo como sendo apenas os movimentos executados por um organismo vivo. Porém, uma série de manifestações que podem ser interpretadas como sinais na forma de sons e ruídos, mudanças de cor, odores e produção, que são meios de expressões dos

animais e que não são caracterizadas por movimentos, foram incorporados na definição de comportamento (COSTA, 2003).

Entender o comportamento e suas pequenas variações decorrentes das mudanças do ambiente térmico e desenvolver modelos que simulem o bem-estar a partir de respostas das aves ao ambiente, constituem o primeiro passo para a criação de um sistema de monitoramento digital de aves em galpões de produção que identifiquem diferentes níveis de bem-estar das mesmas (PEREIRA et al., 2008).

Alves (2006) afirma que é importante a avaliação da expressão corporal como indicativo de bem-estar, sendo necessário um entendimento de quais comportamentos são importantes para as aves, desta forma, foi elaborado um etograma com base em gravações preliminares em vídeo e estudos realizados anteriormente sobre comportamento, tais como: a) Sentada: corpo em contato com o piso, sem realizar nenhum outro comportamento listado; b) Comendo: consumindo ou bicando alimento do comedouro; c) Bebendo: Consumindo água do bebedouro; d) Forrageando: ciscando e/ou bicando o substrato de cama; e) Explorando penas: explorando o empenamento com o bico, tanto para manutenção, quanto para investigação; f) Bicagem não agressiva: bicando levemente outras aves, geralmente na região inferior ventral do pescoço, dorso, base e ponta da cauda ou abdômen; g) Bicagem agressiva: bicagem forte de outra ave provocando reação agressiva ou defensiva, geralmente direcionada à região superior da cabeça e cristas ou na região inferior dorsal do pescoço; h) Bicagem de objetos: bicagem direcionada a objetos ou partes do box ou gaiola, com exceção ao comedouro e bebedouro; i) Movimentos de conforto: movimentos de esticar as asas e pernas do mesmo lado do corpo simultaneamente, sacudir e ruflar as penas, levantar partes de ambas as asas próximo ao corpo ou estender as pontas das asas e/ou bater asas; j) Usando o ninho: visitando o ninho ou permanecendo por um período; l) Tomando banho de "areia": revolvendo-se no substrato de cama, espalhando-o pelo corpo; m) Empoleirada: sobre o poleiro; e n) Outros: sem

executar nenhum outro comportamento dentre as categorias previamente relacionadas.

Com base no etograma desenvolvido por Alves (2006) e utilizado por Amaral (2009), avaliando o comportamento de frangos de corte do 21º ao 35º dia de vida, observou que ao longo de todos os dias o comportamento mais evidenciado foi o de permanecerem deitadas, variando de 40 a 80% do tempo nos diferentes dias de observação.

Sevegnani et al. (2005) estudando o comportamento de frangos de corte em diferentes condições de estresse constatou que, de maneira geral, as aves mudavam o comportamento de acordo com a idade e a condição de estresse, que, quanto mais velhas e quanto mais quente e úmido o ambiente, menos tempo foi gasto junto ao comedouro na ingestão de ração, cujo comportamento é explicado pela clássica condição do estresse térmico, quando então o frango diminui a ingestão calórica para evitar mais aporte de energia ao seu organismo.

Avicultura de precisão

Entende-se por avicultura de precisão ao emprego de sensores e atuadores para coleta de informações inerentes ao ambiente e a interferência em processos psicrométricos para a alteração das variáveis de ambiente o galpão, objetivando propiciar o conforto térmico do ambiente às aves. Além de métodos avançados de controle e rastreamento, onde geralmente são utilizados sistemas de automação, visando principalmente reduzir ou evitar perdas localizadas, otimizando, desta forma, o sistema de produção (NÄÄS e CURTO, 2001).

Desse modo, para Bandeira Filho (2003), a Zootecnia de Precisão é a utilização de técnicas especiais e ferramentas que possibilitem manejos específicos em situações específicas que ocorrem no campo. O uso de tais técnicas e ou ferramentas é direcionado para tomada de decisão e ações mais precisas do que aquelas baseadas em “valores médios” ou “valores típicos”.

Segundo Fialho (1999), sistemas de automação são aqueles que permitem monitorar e controlar o funcionamento de um sistema físico de forma segura. O monitoramento tem o objetivo de registrar ocorrências de um determinado evento, bem como alertar o usuário em caso de situações excepcionais.

Sendo assim, os sistemas de automação necessitam de algum tipo de interface que lhes permita avaliar o estado atual do sistema. Daí surgem os sensores, que têm a função de medir as variáveis envolvidas no processo e transformá-las em informações que possam ser interpretadas pelo homem. Para que um sistema de automação funcione perfeitamente, faz-se necessário o controle das informações recebidas pelos sensores, para que possam ser encaminhadas para os atuadores. Isso é feito pelos controladores, cuja principal função seria a de coordenar e harmonizar o sistema (BARBOSA FILHO, 2004).

A utilização de biossensores, equipamentos para medidas ambientais ligados a *dataloggers*, e mais atualmente as análises de imagens (XIN & SHAO, 2002) são alguns exemplos de ferramentas que vêm sendo utilizadas. De acordo com Bandeira Filho (2003), as principais aplicações dos dispositivos eletrônicos em uma instalação rural são as identificações de animais, as medidas do peso e da temperatura, controle de parâmetros ambientais úteis, tais como temperatura e umidade, além do registro de eventos como vacinação, cio, parto e outros.

Segundo Pereira et al. (2005), o processo de modernização da avicultura passa por altos investimentos em ferramentas tecnológicas para mensuração e controle da produção e que permitam a redução de perdas e maximização de receitas. Esse processo está sendo fundamental para a garantia da competitividade do frango brasileiro e conquista de novos mercados. Porém, apesar de toda essa modernização, o controle da produção avícola não está sendo o mais eficaz, uma vez que as variáveis medidas, que são responsáveis pelo acionamento e controle de sistemas automáticos, são indiretas, e não representam efetivamente o bem-estar ou necessidade dos animais. O desafio

é, portanto, o desenvolvimento de metodologias para avaliação das reais necessidades ambientais das aves e que possam ser utilizadas para acionamento de controles de sistemas de climatização e alimentação, de forma que possam garantir maior eficácia na produção.

Como as variáveis fisiológicas são difíceis de medir em condições de campo, os estudos do comportamento têm se mostrado os mais viáveis para inferir sobre os níveis de bem-estar para aves alojadas. O animal é fortemente influenciado no seu comportamento pelo ambiente externo, e conhecendo como esse atua sobre o animal por meio do comportamento, é possível identificar e quantificar o bem-estar dos animais (PEREIRA et al., 2005).

Alves (2006) afirma que apesar do desenvolvimento da Zootecnia de Precisão estar atrelado à utilização de biossensores, outras técnicas e ferramentas que vêm sendo empregadas em produção animal devem ser consideradas, uma vez que estas têm facilitado a aquisição de dados para análises mais apuradas, contribuindo para o avanço e a velocidade das pesquisas. O uso da lógica *fuzzy* no tratamento dos dados obtidos auxilia na tomada de decisão e determinação de estratégias apropriadas, devendo também ser incorporado ao conceito da zootecnia de precisão. Tais ferramentas podem ser úteis ao próprio produtor, dando suporte para o gerenciamento, implantação de estratégias e controle dos processos da produção animal.

Os avanços tecnológicos na área de informática, juntamente com a utilização de instrumentos desenvolvidos dentro da área de instrumentação agrícola utilizados com softwares aplicativos, conforme Zambalde (1996), são capazes de proporcionar, ao empresário da área rural, ferramentas poderosas para melhor gerenciamento dos seus negócios.

Curto et al. (2007) afirmaram que o efeito da variável ambiente sobre um sistema de produção pode ser medido e ajustado se os índices desejáveis forem conhecidos. A precisão com que esses índices são alcançados está relacionada à capacidade de interferência nos processos e com o tempo necessário para que os ajustes possam ser realizados.

Análise de comportamento por meio de imagens de vídeo

A avaliação e os controles interativos do conforto térmico dos animais pela análise de imagens supera os problemas inerentes ao método convencional, pois utilizam-se os próprios animais como biossensores em resposta aos reflexos do ambiente por meio de análise comportamental, Xin e Shao (2002).

A análise de imagens é uma tecnologia que vem sendo muito difundida e utilizada como ferramenta para estudar o comportamento animal. Consiste em uma microcamera, uma placa de captura de imagem instalada em um PC e um programa visual que execute a aquisição, processamento e a classificação das imagens dos animais (XIN et al., 1998).

A técnica de observação e análise do comportamento dos animais é um método não-invasivo de monitoramento das condições dos mesmos, que permite estudar como os animais interagem com outros e com o ambiente de criação, provendo informações sobre as preferências sociais e ambientais dos mesmos. Trata-se de uma técnica simples e de fácil execução, dando uma boa estimativa da proporção do tempo despendido pelas aves nas atividades mais comuns, o que pode ser reflexo da sua condição de conforto. Tais informações facilitam a realização de pesquisas bem como o desenvolvimento de sistemas de prevenção para bem-estar nas propriedades agropecuárias (ALVES, 2006).

A análise de imagens de vídeo permite o monitoramento contínuo do comportamento dos animais, e também como a observação de um número maior do que seria possível por meio da observação direta, permitindo a verificação dos dados obtidos sempre que necessário (ALVES, 2006).

Várias pesquisas visando à análise do bem-estar de aves poedeiras vêm sendo realizadas a nível experimental (FREIRE et al.; 1999; LUNDBERG e KEELING, 2003; BARBOSA FILHO, 2004) ou em granjas comerciais (MOLLENHORST et al.; 2005), evidenciando a utilidade da avaliação do comportamento por análises de imagens de vídeo nas avaliações de bem-estar.

Alves (2006) ainda destaca que a análise de comportamento por meio de imagens de vídeo tornou-se grande aliada na avaliação do comportamento de aves, porque possibilitou a aquisição de dados simultâneos de diferentes grupos de animais para posterior análise. Além disso, o emprego de câmeras de vídeo também se torna importante em função da própria característica das aves, que é de constante atividade, facilitando a observação e interpretação de resultados.

Barbosa Filho et al. (2007) analisaram o comportamento de poedeiras criadas em sistema com cama ou gaiolas, utilizando sequencia de imagens, pôde verificar a ocorrência de comportamentos naturais e de conforto no sistema de criação em cama, que certamente possibilitou melhores condições de bem-estar para as aves, comparado com o sistema de criação em gaiolas, onde a expressão desses comportamentos praticamente não ocorreu.

Avaliando frangos de corte divididos em quatro boxes em câmara climática com quatro diferentes condições de estresse, Sevegnani et al. (2005), observou, com o auxílio de câmeras de vídeo e softwares de identificação de imagens, o comportamento das aves. Para a contagem do tempo de uso dos bebedouros e comedouros pelos frangos foi realizada através da visualização das imagens na sequência de gravação.

Barbosa Filho (2004) realizou análises de comportamento de poedeiras criadas em sistema convencional (bateria de gaiolas) e com um sistema de criação em cama, ninho e poleiro, as imagens foram registradas por câmeras de vídeo instaladas no teto da câmara climática que, por sua vez, eram ligadas a um microcomputador equipado com software para a análise.

A observação do comportamento com as câmeras de vídeo é uma alternativa barata e eficiente, uma vez que os dados podem ser analisados a qualquer tempo, sem os erros cometidos na observação direta e subjetiva de um indivíduo e, sobretudo, sem a interferência no comportamento do animal pela presença humana, como citado por Sergeant et al. (1998), além disso, o ambiente dentro da câmara climática é, por vezes, bastante inóspito para o pesquisador. Com as câmeras não há necessidade de se entrar na câmara

muitas vezes, o que também evita mudanças na condição de trabalho escolhida, por constantes aberturas da porta.

Lógica Fuzzy

Devido a dificuldade de se analisar o grande volume de informação referente as variáveis envolvidas para o estabelecimento de condições adequadas na construção de galpão para animais, que exibem incertezas graduais, bem como a intenção de dar um tratamento matemático a variáveis subjetivas como "em torno de", "aproximadamente", entre outras denominadas linguísticas, usa-se dos recursos da teoria dos conjuntos *fuzzy*, introduzida por Lofti Zadeh (ZADEH, 1965).

As informações obtidas dos sistemas de produção geralmente são interpretadas em termos linguísticos. Os índices de desempenho, a qualidade do produto final, do ambiente de criação e, mais atualmente, o bem-estar animal, são parâmetros avaliados qualitativamente e classificados por variáveis linguísticas. Dessa forma, a metodologia *fuzzy* tem sido utilizada na área de ambiência animal, várias aplicações indicam o seu potencial de uso, como o estudo do conforto térmico em aves (CHAO et al., 2000; GATES et al., 2001; AMENDOLA et al., 2004; AMENDOLA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2005; YANAGI JUNIOR et al., 2006; SCHIASSI et al., 2008) e suínos (QUEIROZ et al., 2005), na detecção de cio em vacas leiteiras (FIRK et al., 2003; FERREIRA et al., 2006) e conforto termo-acústico de trabalhadores avícolas (SCHIASSI et al., 2009).

Tendo em visto que as variáveis ambientais influenciam o conforto do animal e conseqüentemente, a produção, um sistema de suporte pode ser criado para controlar o ambiente térmico no interior dos galpões, levando em consideração respostas produtivas ou fisiológicas. Nesse sentido, sistemas inteligentes, baseados na teoria dos conjuntos *fuzzy*, são uma alternativa para o gerenciamento de incertezas quanto ao ambiente de produção avícola (FERREIRA, 2009).

Dessa forma, a aplicação da teoria dos conjuntos *fuzzy* vem sendo utilizada nas áreas de ambiência e produção animal (GATES et al., 1999; NAKAMURA et al., 2002; AMENDOLA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2005) comprovando a eficácia do uso desta ferramenta nestes estudos.

Utilização da lógica *Fuzzy* na avicultura

Com o objetivo de obter estimativas para as condições de conforto térmico no alojamento de galinhas poedeiras, Oliveira et al. (2005) analisaram como a composição das variáveis climáticas independentes, temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar, influencia na variável dependente denominada de conforto térmico, em alojamentos de aves de postura comercial usando a Teoria dos Conjuntos *Fuzzy*.

Aliando análise de comportamento e sistema *fuzzy*, Pereira et al. (2008) apresentaram um sistema de suporte à decisão para estimativa de bem-estar de matrizes pesadas. Neste trabalho constataram que, sendo a sensação de bem-estar por ser uma variável complexa, resultado do efeito de diferentes variáveis ambientais e sociais sobre as aves, o controle da temperatura dentro de um limite de termoneutralidade, a estimativa de bem-estar carrega alto grau de imprecisão. O sistema *fuzzy* proposto, por considerar os comportamentos expressos pelo grupo à estimativa do bem-estar, trata melhor os efeitos de outras variáveis, mesmo que indiretamente, o que lhe confere maior grau de precisão.

Lacey et al. (2000) também mostraram a viabilidade de predizer a temperatura corporal de aves correspondente a um certo acréscimo de temperatura ambiente, utilizando a Teoria de Conjuntos *Fuzzy*. Os autores comentam que esse procedimento, apesar de apresentar validação acurácia limitada, proporciona grande potencial de reduzir o impacto dos efeitos fisiológicos negativos, uma vez que permite antecipar a tomada de decisão dos sistemas de climatização.

Estudo da vocalização das aves

Dentre os diferentes mecanismos de avaliação, despontam como metodologia inovadora de indicativo comportamental os registros e estudos do nível de pressão sonora (nível de ruído de um grupo de animais) e da vocalização.

A análise do comportamento e de vocalizações dos animais serão os indicadores promissores para avaliar respostas positivas dos animais estudados tanto em laboratório quanto em ambiente de produção intensiva (BOISSY et al., 2007).

Destaca-se o nível de pressão sonora na avaliação do grupo de animais, cujos dados são expressos na escala de decibéis e a vocalização utilizada para caráter individual do animal. A vocalização origina-se da geração ativa de sons mediante a utilização de órgãos específicos, podendo caracterizar uma resposta do animal frente a uma situação interna (fisiológica ou psicológica) ou algum evento externo (por uma expressão do animal a um evento externo) (NÄÄS et al. 2008).

O nível de pressão sonora, também chamado de nível de ruído ou nível sonoro do grupo, tem sido utilizado para qualificar a situação do ambiente para o trabalhador envolvido com a atividade (MIRAGLIOTTA, 2005; SAMPAIO et al., 2005; SAMPAIO et al., 2007), entretanto, o ruído de instalações zootécnicas não afeta apenas os seres humanos envolvidos com a atividade, mas também os animais em confinamento.

O nível de pressão sonora (ruído) emitido por um grupo de animais também pode se tornar uma resposta e/ou maneira de eles se expressarem, em função do meio ao qual estão confinados (SAMPALIO et al., 2007; SILVA et al., 2007; AMARAL et al., 2008; BORGES et al., 2008; NÄÄS et al., 2008) ou para expressar situações de injúrias (RISI, et. al. 2008).

Considerações finais

O uso de técnicas para avaliar o bem-estar animal contribui de forma significativa o entendimento do comportamento e a interferência do ambiente de produção sobre as aves. Com o aprimoramento das técnicas e a associação das diversas áreas de pesquisa é possível prever satisfatoriamente, com dados produtivos e/ou ambientais, índices de produtividade e de bem-estar animal.

Referências bibliográficas

ALVES, S.P. **Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação**. 2006. 128 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

AMARAL, A.G. **Avaliação e caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminância na produção de frangos de corte sexados**. 2009. 50 p. Dissertação (Mestrado em Construções e Ambiência) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

AMARAL, P.I.S.; CAMPOS, A.T.; SABINO, L.A.; SOUSA JUNIOR, V.R.; GONÇALVES, S.A.; SILVA, B.M. Avaliação do nível de ruídos em instalações para suínos em um sistema intensivo de criação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras, 2008. 1 CD-ROM.

AMENDOLA, M.; CASTANHO, M.J.; NÄÄS, I.A. Análise matemática de conforto térmico para avicultura usando a teoria dos conjuntos *fuzzy*. **Biomatemática**, n.14, p. 87-92, 2004.

AMENDOLA, M.; MOLLO NETO, M.; CRUZ, V.F. Using *Fuzzy* sets theory to analyze environmental condition in order to improve animal productivity. **Biomatemática**, Campinas, v. 15, p. 29-40, 2005.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais utilizando análises de imagens**. 2004. 123 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, I.J.O.; SILVA, M.A.; SILVA, C.J.M. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.93-99, jan./abr. 2007.

BANDEIRA FILHO, J.J. **Sistema de interconexão de equipamentos eletro/eletrônicos para Zootecnia de Precisão**. 2003. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

GOMES, R.C.C. et al. Metodologias e tecnologias para avaliar o bem-estar na avicultura. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 38, Ed. 143, Art. 962, 2010.

BIZERAY, D.; ESTEVEZ I.; LETERRIERA, C.; FAURE, J. M. Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 79, n. 1, p. 27-41, 2002.

BOISSY, A.; MANTEUFFEL, G.; JENSEN, M.B.; MOE, R.O.; SPRUIJT, B.; LINDA J. KEELING, L. J.; WINCKLER, C.; FORKMAN, B.; DIMITROV, I.; LANGBEIN, J.; BAKKEN, M.; VEISSIER, I.; AUBERT, A. Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. **Physiology & Behavior**, Elmsford, v. 92, p. 375-397, 2007.

BORGES, G.; SILVA, K.O.; RODRIGUES, V.C.; RISI, N.; SILVA, I.J.O.; ZOTTI, C.A. Effect of climatic conditions on noise emissions and nursery pigs behavior. In: BRAZILIAN CONGRESS OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 37., 2008, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: SBEA, 2008. 1 CD-ROM.

BRACKE, M.B.M.; HULSEGGE, B.; KEELING, L.; BLOKHUIS, H.J. Decision support system with semantic model to assess the risk of tail biting in pigs. 1. Modeling. **Applied Animal Behaviour Science**, Linköping, v.87, n.1, p. 31-44, 2004.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

CAMPOS, E.J. O comportamento das aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. vol.2 no.2 Campinas, May/Aug. p.93-113. 2000.

CHAO, K.; GATES, R.S.; SIGRIMIS, N. *Fuzzy* logic controller design for staged heating and ventilating systems. **Transactions of the ASAE**, v.43, n.6, p. 1885-1894, 2000.

COSTA, M.J.R.P. Princípios de etologia aplicados ao bem-estar das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 20., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, p.169-77. 2003.

CURTO, F.P.F.; NAAS, I.A.; PEREIRA, D.F.; SALGADO, D.D. Estimativa do padrão de preferência térmica de matrizes pesadas (frangos de corte). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.11, n.2, p.211-216, 2007.

DAMASCENO, F.A.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R.R.; GOMES, R.C.C.; MORAES, S.R.P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1031-1038, jul./ago., 2010.

DOZIER III, W. A.; PURSWELL, J. L.; BRANTON, S. L. Growth Responses of Male Broilers Subjected to High Air Velocity for either Twelve or Twenty-Four Hours from Thirty-Seven to Fifty-One Days of Age. **Journal Applied Poultry Research**, Stanford, v.15, n. 3, p.362-366, 2006.

FERREIRA, L. **Aplicações de sistema fuzzy e neuro-fuzzy para predição da temperatura retal de frangos de corte**. 2009. 56 p. Dissertação (Mestrado em Modelagem de Sistemas Biológicos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

FERREIRA, L.; YANAGI JUNIOR, T.; NÄÄS, A. I.; LOPES, M.S. Predição de cio em vacas leiteiras utilizando lógica *fuzzy*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006.

FIALHO, B.F. Modernização no controle da produção de suínos - Zootecnia de Precisão. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba, SP, p. 61-80. 1999.

GOMES, R.C.C. et al. Metodologias e tecnologias para avaliar o bem-estar na avicultura. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 38, Ed. 143, Art. 962, 2010.

FIRK, R.; STAMER, E.; JUNGE, W.; KRIETER, J. Improving estrus detection by combination of activity measurements with information about previous estrus cases. **Livestock Production Science**, n. 82, p. 97-103, 2003.

FREIRE, R.; WALKER, A.; NICOL, C.J. The relationship between trough height, feather cover and behaviour of laying hens in modified cages. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 63, p. 55-64, 1999.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2006. p. 104-135.

GATES, R. S.; CHAO, K.; SIGRIMIS, N. **Fuzzy control simulation of plant and animal environments**. 1999. 24 p. In: ASAE Annual International Meeting. Toronto, Canada. Disponível em: <<http://www.bae.uky.edu/gates/freebies/ASAE99/993136.pdf>> Acesso em: 30 de outubro de 2009.

GATES, R.S.; CHAO, K.; SIGRIMIS, N. Identifying design parameters for *fuzzy* control of staged ventilation control systems. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.31, p.61-74, 2001.

HÖTZEL, M.J.; MACHADO FILHO, L.C.P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de Etologia**, vol.6, Nº1, 03-15, 2004.

HURNIK, J.F. **Poultry welfare**. In: HUNTON, P. (Ed.). Poultry production. Amsterdam: Elsevier, 1995. chap. 23, p. 561-578.

LACEY, B.; HAMRITA, T.K.; MCCLENDON, R. Feasibility of using neural networks for a real-time prediction of poultry deep body temperature responses to stressful changes in ambient temperature. **Applied Engineering in Agriculture**, St Joseph, v.16, n.3, p.303-8, 2000.

LUNDBERG, A.S.; KEELING, L.J. Social effects on dustbathing behaviour in laying hens: using video images to investigate effect of rank. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 81, p. 43-57, 2003.

LU, Q.; WEN, J.; ZHANG, H. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. **Poultry Science**, Champaign, v.86, n.1, p.1059-1064, 2007.

MARCHINI, C. F. P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.12, n.1, p.41- 46, 2007.

MEDEIROS, C. M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. 2001. 115p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MENCH, J.A. Applied Ethology and poultry production. **Poultry Science**; v. 71, n. 631-633. 1992.

MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados**. 2005. 244 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

GOMES, R.C.C. et al. Metodologias e tecnologias para avaliar o bem-estar na avicultura. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 38, Ed. 143, Art. 962, 2010.

MOLLENHORST, H.; RODENBURG, T.B.; BOKKERS, E.A.M.; KOENE, P.; DE BOER, I.J.M. On - farm assessment of laying hen welfare: a comparison of one environment - based and two animal-based methods. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 90, n. 3/4, p. 277-291, 2005.

NÄÄS, I.A.; CAMPOS, L.S.L.; BARACHO, M.S.; TOLON, Y.B. Uso das redes neurais artificiais na identificação de vocalização de suínos. **Revista de Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v. 28, n. 2, p. 204-216, abr./jun. 2008.

NÄÄS, I. A.; CURTO, F. P. **Avicultura de precisão**. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, 2001. v. 1, p. 1-30.

OLIVEIRA, H.L.; AMENDOLA, M.; NAAS, I.A. Estimated thermal comfort condition for layers according to *Fuzzy* theory. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 300-307, 2005.

PEREIRA, D.F.; BIGHI, C.A.; GABRIEL FILHO, L.R.; GABRIEL, C.P.C. Sistema *Fuzzy* para estimativa do bem-estar de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.624-634, out./dez. 2008.

PEREIRA, D.F. **Metodologia para estimativa de bem-estar de matrizes pesadas utilizando monitoramento digital e construção de modelos de simulação**. 2005. 138 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiência) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.; SALGADO, D.D.; PEREIRA, G.O.T. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.308-14, 2005.

PEREIRA, D.F.; SALGADO, D.D.; NÄÄS, I.A.; PENHA, N.L.J.; BIGHI, C.A. Efeitos da temperatura do ar, linhagem e período do dia nas frequências de ocorrências e tempos de expressão comportamental de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.596-610, set./dez. 2007.

QUEIROZ, M.; NÄÄS, I. A.; SAMPAIO, C. Estimating thermal comfort of piglets considering ammonia concentration. **Agricultural Engineering International: the CIGR journal**, Manuscript IT 05 004/BC 05 005, v. 03, 2005.

RISI, N.; SILVA, K.O.; ZULATO, P.R.F.; GUIDO, R.C.; BORGES, G. Use of artificial intelligence to identify vocalizations emitted by sick and healthy piglets. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 8, 2008, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: ASABE, 2008. 1 CD-ROM.

SALGADO, D.D. **Modelo estatístico para predição de bem-estar de reprodutoras de frango de corte baseado em dados de ambiente e análise do comportamento**. 126p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2006.

SAMPAIO, C.A.P.; NÄÄS, I.A.; NADER, A. Gases e ruídos em edificações para suínos - aplicação das normas NR-15, CIGR E ACGIH. **Revista de Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v. 25, n. 1, p. 10-18, jan./abr. 2005.

SAMPAIO, C.A.P.; NÄÄS, I.A.; SALGADO, D.D.; QUEIRÓS, M.P.G. Avaliação do nível de ruído em instalações para suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 4, p. 436-440, 2007.

GOMES, R.C.C. et al. Metodologias e tecnologias para avaliar o bem-estar na avicultura. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 38, Ed. 143, Art. 962, 2010.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, F. A.; FERREIRA, L.; GOMES, R.C.C. Índice de conforto termo-acústico para trabalhadores de granjas avícolas utilizando modelagem *fuzzy*. In: Néstor Di Leo; Sergio Montico; Gustavo Nardón. (Org.). **Avances en ingeniería rural 2007-2009**: Infraestructura, Logística y Construcciones Rurales. 1 ed. Rosário: Argentina: UNR, 2009, v. 1, p. 1145-1150.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, L.; DAMASCENO, F. A.; YANAGI, S. N. M. Metodologia *Fuzzy* aplicada a avaliação do aumento da temperatura corporal em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Engenharia na Agricultura, v. 16, p. 180-191, 2008.

SERGEANT, D.; BOYLE, R.; FORBES, M. Computer visual tracking of poultry. **Computers and Electronics in Agriculture**. v.21, issue 1, p.1-18. Sept. 1998.

SEVEGNANI, K.B.; CARO, I.W.; PANDORFI, H.; SILVA, J.O.; MOURA, D.J. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.9, n.1, p.115-119, 2005.

SILVA, K.O.; NÄÄS, I.A.; TOLON, Y.B.; CAMPOS, L.S.L.; SALGADO, D.D. Medidas do ambiente acústico em creche de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.3, p.339-344, 2007.

YANAGI JUNIOR, T.; XIN, H.; GATES, R.S.; FERREIRA, L. Fuzzy logic model to predict laying hen body temperature rise during acute heat stress. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006.

XIN, H., SHAO, J. Real-Time assessment of swine thermal comfort by computer vision. In: Proceedings of WORLD CONGRESS OF COMPUTERS IN AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES. 2; Foz do Iguaçu, Brazil, 2002. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: ASAE, p. 362-369. 2002.

XIN, J.; BECK, H.; HALSEY, L.; FLETCHER, J.; ZAZUETA, F. Using digital câmeras and the internet to identify plant insect and disease problems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 17; Orlando, 1998. **Proceedings...** Orlando: ASAE, p. 327-329.

ZADEH, L. *Fuzzy sets*. **Information and Control**, New York, v. 8, n. 3, p 338-353, 1965.

ZAMBALDE, A.L. Considerações estratégicas sobre o processo de informatização das empresas e propriedades rurais. **Revista Agrosoft**, Lavras, v.1, n.1, p.1-7, 1996.