

## AUTOMAÇÃO E CONTROLE NO TRANSPORTE DE PINTOS DE UM DIA

AÉRICA C. NAZARENO<sup>1</sup>, IRAN J. O. SILVA<sup>2</sup>, EDUARDO F. NUNES<sup>3</sup>, OSVALDO G. SOBRINHO<sup>4</sup>, RENATA M. MARÈ<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Pós-Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia de Biossistema, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” NUPEA/ESALQ/USP, Fone: (19) 3447-8563, E-mail: aeriacacn@yahoo.com.br. <sup>2</sup> Professor, Doutor, Departamento de Engenharia de Biossistema, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” NUPEA/ESALQ/USP, E-mail: iranoliveira@usp.br. <sup>3</sup> Eng. Eletricista, Doutorando, Universidade Estadual de Campinas - FEAGRI/UNICAMP, E-mail: nunes.r4f@gmail.com. <sup>4</sup> Eng. Civil, Doutor, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, E-mail: ogogli@gmail.com. <sup>5</sup> Eng. Civil, Doutoranda, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, E-mail: renatamare@gmail.com

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se apresentar uma solução de controle e automação das condições de transporte pintos corte, visando melhorias na tomada de decisão dos gestores das empresas integradoras, monitorando o microclima da carga viva. A pesquisa constou-se de duas etapas: a primeira consistiu no desenvolvimento do sistema de aquisição e transmissão de dados “Control-AVE” e a segunda foi à implantação e validação do sistema “Control-AVE” em uma integradora avícola comercial, por meio do acompanhamento de 30 carregamentos de transportes de pintos. Foram utilizados três caminhões climatizados diferentes, apresentando as mesmas dimensões (8,00 x 2,60 x 2,50 m), a capacidade total era de aproximadamente 50.000 pintos, essas cargas foram avaliadas durante dois turnos (diurno e noturno). A avaliação microclimática dos caminhões foi realizada em intervalos de 1 minuto, por meio do registro das variáveis microclimáticas (T, UR e h). O delineamento experimental utilizado para testar a eficiência do sistema Control-AVE foi inteiramente aleatorizado em esquema fatorial 3 x 2, contendo 30 repetições. O sistema Control-AVE apresentou satisfatoriamente uma solução de controle e automação, monitorando o microclima dos contêineres da carga viva. A ausência de padronização dos caminhões climatizados e os turnos de transporte dos animais ainda são um grande gargalo tecnológico para ser melhorado.

**PALAVRAS-CHAVE:** avicultura, ambiência, sistema de monitoramento *web*, caminhão climatizado

## AUTOMATION AND CONTROL IN ONE-DAY-OLD CHICKENS TRANSPORT

**ABSTRACT:** The aim was to provide a solution control and automation of the conditions of transport of one-day-old chickens, targeting improvements in decision-making of managers of enterprises that support integration, monitoring the microclimate of live load. The research was carried out in two stages: the first consisted in the development of the system of data acquisition and transmission “ControlAVE” and second, in the implementation and validation of the system “Control-AVE” in an integrated commercial poultry, through the following 30 shipments transport of chicks. Three air-conditioned trucks were used, with the same dimensions (8.00 x 2.60 x 2.50 m), the total capacity was approximately 40,000 chicks, these loads were evaluated during two shifts (day and night). The microclimate evaluation of the trucks was made in 1 minute intervals, through the registry of the microclimatic variables (T, RH h). The experimental design used to test the efficiency of the “Control-AVE” system was fully randomised in 3 x 2 factorial scheme, containing

30 repetitions. The System “Control-AVE” demonstrated to be a control and automation solution satisfying microclimate monitoring of live load containers. The lack of standardization of air-conditioned trucks and the shifts of animal transport are still a major technological bottleneck to be overcome.

**KEYWORDS:** poultry, ambience, *web* monitoring system, air-conditioned truck

## INTRODUÇÃO

O transporte de pintos de um dia apresenta diversos problemas relacionados à falta de padronização de caminhões transportadores no quesito controle da ambiência interna e o bem-estar das aves (NAZARENO et al., 2015). Segundo os autores Valros et al. (2008) o transporte longo (14 horas) afetou negativamente o crescimento e o desenvolvimento comportamental das aves. Esses também verificaram que os pintos de um dia transportados em viagens de longa duração (14 horas) apresentavam sinais de medo e vocalização, durante os tempos de movimento, mas eram completamente tranquilizados nos períodos sem movimento, conforme Campler et al. (2009); Ericsson et al. (2014) o medo é um poderoso agente estressor das aves. Também, a desidratação é um dos problemas que ocorrem nos períodos longos do transporte de pintos de um dia sobre condições térmicas inadequadas (OLSEN & WINTON, 1941; FAIRCHILD et al., 2006).

Por isso é muito importante realizar uma análise crítica quanto a eficiência térmica do processo de “climatização” do ambiente de transporte da carga viva transportada. Os caminhões de pintos não são projetados adequadamente (MICHELL, 1996). Vários problemas podem ser detectados no transporte de pintos, como por exemplo: a heterogeneidade térmica, a ventilação inadequada, ausência de padrões, destacando-se o aumento do tamanho dos veículos (QUIN & BAKER, 1997; NAZARENO et al., 2015).

A aplicação de tecnologia da informação, da automação de sistemas e a disponibilidade de sistemas inteligentes para tomadas de decisão, a qual é denominada zootecnia de precisão, pode ser uma das ferramentas capazes de melhorar a heterogeneidade térmica nos caminhões transportadores. A principal característica da zootecnia precisão é a redução ou eliminação de perdas localizadas, o que propicia um controle preciso sobre a utilização dos recursos envolvidos na cadeia produtiva (PANDORFI et al., 2012).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi apresentar uma solução técnica de controle e automação das condições de transporte nesse caso de pintos de corte, visando facilitar a tomada de decisão em tempo real, dos gestores das empresas integradoras, por meio do monitoramento do microclima dos contêineres transportadores.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa associou sistemas desenvolvidos para aplicação direta no transporte de pintos de corte. A primeira etapa consistiu no desenvolvimento do sistema de aquisição e transmissão de dados chamado aqui “Control-AVE”. O sistema Control-AVE foi composto por um *gateway* GPRS (GS-105, R4F Tecnologia Ltda), um termistor (sensor de temperatura e umidade relativa) e uma conexão com a plataforma Monitorar<sup>®</sup>.

O equipamento GS-105 foi composto por quatro blocos funcionais: o bloco do sensor de temperatura e umidade, o bloco do microprocessador, o bloco do modem GPRS/celular e o bloco do conjunto de pilhas.

Para o funcionamento do sistema foi utilizado uma fonte de alimentação de energia com 8 baterias recarregáveis de 12V HR06 2700mAh Ni-MH (níquel metal hidreto) com duração de 12 horas.

O sistema Control-AVE armazena e mensura as variáveis microclimáticas: temperatura do ar (T; °C), umidade relativa (UR; %) e entalpia específica (kJ.kg<sup>-1</sup> de ar seco), envia os registros

dessas variáveis por meio de um *software* para um servidor *web*, associado à plataforma Monitorar<sup>®</sup>. Por meio do *gateway* conectado à Internet (GPRS), os dados foram transmitidos continuamente ao servidor *web* mencionado, onde foram armazenados e processados.

A plataforma Monitorar<sup>®</sup> forneceu uma interface customizada e dedicada que foi disponibilizada aos usuários autorizados, que em tempo real, consultava os dados por meio de dispositivos conectados à Internet, acessando gráficos diversos, *dashboards* de valores instantâneos, ou mesmo recebendo alarmes de valores microclimáticos críticos (SMS, e-mail).

Essa plataforma atendeu aos requisitos: permitir o uso por diversos clientes; permitir o acesso a mais de um usuário por cliente, com a devida autenticação; receber e armazenar dados diversos de clientes distintos; receber dados provenientes de redes de sensores com tecnologias e arquiteturas diferentes; receber dados de sensores, independentemente de fabricante ou tecnologia de rede; oferecer interfaces customizadas por cliente; permitir a geração de alarmes customizados por cliente.

Para tal, nove aplicativos atuaram conjuntamente. A troca de dados entre eles ocorreu por meio de *web services* Restful Pautasso et al. (2008) tecnologia que, entre outras vantagens, proporciona um pacote de dados de tamanho reduzido, característica importante em um sistema com grande número de troca de mensagens.

A segunda correspondeu à implantação e validação do sistema Control-AVE (GS-105 e a conexão com a plataforma Monitorar<sup>®</sup>) em um sistema de produção em escala comercial.

Nessa etapa foi testado o sistema Control-AVE em uma integradora avícola comercial no estado de São Paulo, por meio do acompanhamento de 30 carregamentos e transportes de pintos de corte com percursos variando de 106 – 320 km e com diferentes densidades de carregamento, obedecendo à logística de transporte da empresa. Foram utilizados três caminhões climatizados (Constellation 15.190 Advantech Dibracam = CL, Constellation 13.190 Advantech Dibracam = CA e Constellation 13-180 Dibracam = JA) todos da Volkswagen, apresentando as mesmas dimensões (8,00 x 2,60 x 2,50 m).

A capacidade total de carregamento do caminhão era aproximadamente 500 caixas de pintos distribuídas na área da carroceria, essas cargas foram avaliadas em dois turnos (diurno e noturno). As avaliações microclimáticas dos caminhões foram realizadas em intervalos de 1 minuto durante o transporte, por meio do registro das variáveis microclimáticas (T; °C) e (UR; %). Os valores de temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica local média (761,98 mmHg) foram utilizados para o cálculo da entalpia específica (h; kJ.kg<sup>-1</sup> de ar seco), por meio da equação proposta por Rodrigues et al. (2011).

Para esse registro de dados foi instalado um GS-105 e a conexão com a plataforma Monitorar na parte central do contêiner (Figura 1).



**Figura 1.** Imagens do sistema Control-AVE e instalação no contêiner do caminhão de pintos.

O delineamento experimental utilizado para testar e validar a eficiência do sistema Control-AVE foi o inteiramente aleatorizado em esquema fatorial 3 x 2 (caminhões e turnos), contendo 30 repetições.

A análise estatística utilizada foi o modelo linear misto assumindo uma estrutura de covariância auto-regressiva de primeira ordem, segundo a metodologia dos autores Verbeke & Molenberghs (2000), por meio do software estatístico SAS (SAS, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma das premissas deste trabalho foi a avaliação da funcionalidade do equipamento no registro e transmissão de dados, função das viagens, da localização e das adversidades do transporte. Com relação à funcionalidade do “sistema Control-AVE” (GS-105 e a plataforma Monitorar<sup>®</sup>) observou-se que esse operou satisfatoriamente durante todo o período de implantação e validação no transporte de pintos de corte.

Durante as 30 viagens onde foi avaliado o sistema, pode-se dizer que o único problema do sistema Control-AVE foi relacionado com o envio dos dados quando não se tinha o sinal da operadora de celular. O sistema armazenava os dados, mas a transmissão em tempo real era comprometida até o restabelecimento do sinal novamente, quando todos os dados voltavam a ser transmitidos.

Vale ressaltar que no Brasil as operadoras de celular ainda não tem uma cobertura de sinal em todo o país Anatel (2013), o que pode dificultar a dinâmica do sistema Control-AVE. Avaliando-se as condições microclimáticas (temperatura do ar, umidade relativa e entalpia específica) de transporte dos pintos de um dia, verificou-se que houve interação entre os diferentes caminhões e turnos ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

TABELA 1. Variáveis microclimáticas (temperatura do ar, umidade relativa e entalpia específica) de diferentes caminhões de pintos e turnos, durante o transporte da carga.

Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa (%)			Entalpia específica (kJ.kg <sup>-1</sup> de ar seco)					
Turnos			Turnos			Turnos					
Caminhões	Diurno	Noturno	Caminhões	Diurno	Noturno	Caminhões	Diurno	Noturno			
	CL	28,9Ba		25,0Bb	CL		55,1Bb	65,5Ba	CL	63,7Ba	57,7Bb
	CA	29,7Aa		26,2Ab	CA		54,6Bb	67,0Ba	CA	65,6Aa	61,7Ab
	JA	28,0Ca		22,6Cb	JA		62,7Ab	80,0Aa	JA	65,0ABa	57,6Bb
Teste F		104,13*	Teste F		38,93*	Teste F		32,29*			

Médias com letras diferentes (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste F. \* – significativo a 5% ( $P < 0,05$ ).

O maior valor médio de temperatura do ar ocorreu no caminhão CA no turno diurno, com média de 29,7 °C, respectivamente. Os modelos dos caminhões afetaram a temperatura interna do contêiner de pintos de um dia, porque segundo os autores Nazareno et al. (2015) esses veículos são fabricados sem padrões, de forma que são realizadas as adaptações para cada tipo de carga, o que ocasiona heterogeneidade térmica no perfil da carga transportada.

Com relação ao turno de transporte de pintos, verificou-se que o diurno obteve as maiores médias de temperatura no interior do contêiner, atribuído à variação da temperatura do ar, circulação de ar ineficiente, a prática de molhamento da carga noturna e maior densidade do contêiner (esse manejo pré-porteira da empresa independe das condições microclimáticas da carga). Resultados semelhantes a esse foram observado pelos autores Barbosa Filho et al. (2009), esses comentaram que essa diferença térmica nos diferentes turnos foi influenciada pela prática de molhamento das carga de frango de corte no turno da noite.

Verificou-se que em geral as faixas ideais de temperatura no interior do contêiner de transporte de pintos (22 – 31 °C), estiveram dentro do recomendado por Marques (1994), se considerar apenas o macroambiente do contêiner. Porém, se considerarmos o microambiente (interior das caixas de pintos) do contêiner, segundo Nazareno et al. (2015) as faixas ideais de

temperatura variam 32 – 35 °C. Portanto, não foi possível dizer se os pintos estavam sobre condições de temperatura de transporte ideal, porque nesta pesquisa não foi avaliado o gradiente térmico entre os dois ambientes no contêiner.

A maior umidade relativa ocorreu no caminhão JA no turno noturno, com média de 80%, respectivamente. O tipo do caminhão alterou a umidade relativa interna do contêiner de pintos, devido a baixa eficiência do sistema de circulação de ar e despadronização dos veículos (QUINN & BAKER, 1997; NAZARENO et al., 2015). Na totalidade pode se dizer que todos os veículos obtiveram valores médios de umidade relativa no ambiente do contêiner acima da faixa recomendada 50% por Marques (1997), ocasionada pela circulação de ar, densidade da carga heterogênea e manejo pré-porteira da empresa antes do carregamento (molhar o contêiner antes de iniciar o carregamento).

O turno noturno foi o que obteve os maiores valores médios de umidade relativa no interior do contêiner, devido a maior densidade da carga de pintos, circulação de ar ineficiente e prática de molhamento da carga noturna. Barbosa Filho et al. (2009) observaram uma elevação dos valores de umidade relativa do ar no interior da carga de frangos de corte no turno da noite, atribuída a prática de molhamento das cargas transportadas por parte a empresa integradora. Entretanto, Quin & Baker (1997) atribuíram essa variação de umidade relativa no interior do contêiner a baixa eficiência do sistema de circulação de ar ao longo da carga de pintos.

O maior valor médio de entalpia específica ocorreu no caminhão CA e no turno diurno, com 65,6 kJ.kg<sup>-1</sup> de ar seco, respectivamente. Ao observar o caminhão CA verificou-se uma tendência de maior temperatura do ar e menor umidade relativa, demonstrando assim a influência dessas variáveis na entalpia específica.

Em relação ao turno observou-se que o diurno obteve as maiores médias para todos os caminhões. Conforme Barbosa Filho et al. (2014) no verão e inverno, o turno da tarde foi o que obteve as maiores perdas por mortalidade no transporte de frangos de corte, esses atribuíram como pontos críticos: a densidade das aves por caixa e o tempo de viagem. Vale ressaltar que os tipos de carga (pinto de um dia; frango de corte) e caminhões (contêiner climatizado e fechado; carroceria montada com caixas de transporte sem climatização e aberto) foram diferentes para serem considerados, além disso, as exigências térmicas das aves são distintas para as idades.

Considerando as faixas ideais de temperatura e umidade relativa do contêiner de pintos (22 – 31 °C; 50%) estabelecida por Marque (1994) e com a pressão atmosférica média local de 761,98 mmHg, pode se dizer que no geral a entalpia específica do ambiente do contêiner esteve dentro da faixa recomenda (42,7 e 66,4 kJ.kg<sup>-1</sup> de ar seco) para os pintos de um dia. Quanto maior o valor de entalpia específica maior também a quantidade de energia térmica existente no ar seco (contêiner do caminhão).

Por meio desses resultados não foi possível afirmar que os pintos estavam sobre condições conforto térmico ideal durante o transporte, porque não foi analisado o gradiente térmico entre os dois ambientes da carga (contêiner e interior das caixas de pintos). Nesta pesquisa o foco foi testar a funcionalidade do sistema Control-AVE em diferentes tipos de caminhões e turnos.

Sendo assim, pode dizer que sistema como o Control-AVE permitirá uma percepção real das condições de transporte dessas cargas, que associadas a melhorias no sistema interno de ventilação e manejos no transporte, esse poderão monitorar as atividades em tempo real.

O grande problema atual é que os monitoramentos, quando realizados, só apresentam dados posteriores ao transporte, onde as eventuais perdas só são constatadas após sua ocorrência. Em um sistema em que as informações são transmitidas em tempo real, com sinais de alerta, viabilizam-se intervenções pelo próprio condutor do veículo em caso extremos e emergenciais.

## CONCLUSÕES

A utilização do sistema Control-Ave foi eficiente no controle do transporte de cargas vivas, armazenando, transmitindo e disponibilizando os dados e as informações técnicas dos carregamentos estudados em tempo real, numa plataforma de fácil acesso utilizando-se a internet.

O controle da carga de pintos de corte comprovou mais uma vez, a ausência de padronização entre os caminhões climatizados, ressaltando que o transporte ocorre em condições fora da zona de conforto ideal para essa importante etapa da logística avícola.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ, pela concessão da bolsa de estudo e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

## REFERÊNCIAS

- ANATEL. Relatório Anual de 2013. 2013. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=312603&assuntoPublicacao=Relat%F3rio%20Anual%202013&caminhoRel=null&filtro=1&documentoPath=312603.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2015.
- BARBOSA FILHO, J. A. D.; QUEIROZ, M. L. V.; BRASIL, D. F.; VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O. Transport of broilers: load microclimate during brazilian summer. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.34, p.405-412, 2014.
- BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M.C.; SILVA, I. J. O.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N.; FONSECA, B. H. F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2442-2446, 2009.
- CAMPLER, M.; JÖNGREN, M.; JENSEN, P. Fearfulness in red junglefowl and domesticated White Leghorn chickens. **Behavioural Processes**, v.81, p.39-43, 2009.
- ERICSSON, M.; FALLAHSHAROUFI, A.; BERGQUIST, J.; KUSHNIR, M.; JENSEN, P. Domestication effects on behavioural and hormonal responses to acute stress in chickens. **Physiology & Behavior**, v. 133, 161-169, 2014.
- FAIRCHILD, B. D.; NORTHCUTT, J. K.; MAULDIN, J. M.; BUHR, R. J.; RICHARDSON, L. J.; COX, N. A. Influence of water provision to chicks before placement and effects on performance and incidence of unabsorbed yolk sacs. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.15, p.538-543, 2006.
- MARQUES, D. **Fundamentos básicos de incubação industrial**. 2. ed. São Paulo: CASP, 1994. 143p.
- MICHELL, M. A. The thermal micro-environment experienced by one-day old chicks during road transportation. Unpublished confidential report, Roslin Institute, Edinburgh, 1996.
- NAZARENO, A.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; SANTOS, R.F.S. Temperature mapping of trucks transporting fertile eggs and day-old chicks: Efficiency and/or acclimatization?. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.134-139, 2015.
- OLSEN, M. W.; WINTON, B. Viability and weight of chicks as affected by shipping and time without feed. **Poultry Science**, v.20, p.243-250, 1941.
- PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C. Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.558-568, 2012.
- PAUTASSO, C.; ZIMMERMANN, O.; LEYMANN, F. "Restful Web Services Vs. "big" Web Services: Making the Right Architectural Decision". Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web, v. n. p. 805-814, 2008.
- QUINN, A.D.; BAKER, C. J. An investigation of the ventilation of a day-old chick transport vehicle. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v.67, p.305-311, 1997.
- RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, Heidelberg, p. 455-459, 2011.
- SAS - Statistical analysis system: Release 9.1.3, (software). Cary: Sas Institute, 2010. 620p.

VALROS, A.; VUORENRNAA, R. JANCZAK, A.M. Effect of simulated long transport on behavioural characteristics in two strains of laying hen chicks. **Applied Animal Behaviour Science**, v.109, p.58–67, 2008.

VERBEKE, G.; MOLENBERGHS, G. **Linear mixed models for longitudinal data**. New York: Springer Science + Bussiness Media, 568p. 2000.