



## PADRÕES SEQUENCIAIS DE COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EM CONDIÇÃO TERMONEUTRA E DE ESTRESSE POR FRIO NA FASE INICIAL DE CRIAÇÃO

Yago de Lima **Barbosa**<sup>1</sup>; Tatiane **Branco**<sup>2</sup>; Stanley Robson de Medeiros **Oliveira**<sup>3</sup>

Nº 18604

**RESUMO** – Esse trabalho apresenta uma abordagem baseada em padrões sequenciais para estimar o bem-estar de frangos de corte a partir de atributos ambientais e comportamentais. Foram utilizados dados tabulados de experimentos realizados em Câmara de Preferência Ambiental (CPA). Em seguida, o algoritmo GSP (Generalized Sequential Patterns) para mineração de padrões sequenciais foi utilizado para estudar o conforto térmico de frangos de corte. Os resultados revelaram que a mineração de padrões sequenciais é uma técnica simples e útil para estimar o bem-estar de frangos de corte, permitindo a identificação de relações temporais entre estresse térmico e o comportamento das aves.

**Palavras-chave:** Mineração de padrões sequenciais, GSP, Câmara de Preferência Ambiental, bem-estar de frangos de corte.

---

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia da Computação, Unicamp, Campinas-SP; [yago.barbosa@colaborador.embrapa.br](mailto:yago.barbosa@colaborador.embrapa.br)

2 Colaborador, Bolsista CNPq: Doutorado em Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas-SP; [tatibranco91@gmail.com](mailto:tatibranco91@gmail.com).

3 Orientador: Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas-SP; [stanley.oliveira@embrapa.br](mailto:stanley.oliveira@embrapa.br).



**ABSTRACT** – *This work presents an approach based on sequential patterns to estimate the welfare of broilers from environmental and behavioral attributes. Tabulated data from experiments carried out in the Environmental Preference Chamber (EPC) were used. Subsequently, the GSP (Generalized Sequential Patterns) algorithm for mining sequential patterns was used to study the thermal comfort of broilers. The results revealed that sequential patterns mining is a simple and useful technique to estimate the welfare of broilers, allowing for the identification of temporal relations between thermal stress and the behavior of broilers.*

**Keywords:** Sequential patterns mining, GSP, Environmental Preference Chamber, welfare of broilers

## 1. INTRODUÇÃO

Na fase inicial de vida, os frangos de corte são bastante sensíveis a baixas temperaturas, uma vez que seu sistema termorregulador não se encontra bem desenvolvido. Condições de estresse térmico nesta fase comprometem negativamente seu desenvolvimento e desempenho produtivo.

O conhecimento prévio do comportamento das aves é uma maneira de identificar situações de desconforto que possam prejudicar o desempenho produtivo e bem-estar dos frangos de corte, uma vez que o comportamento é uma das primeiras alterações que a ave apresenta em situações de estresse e que podemos visualizar através do uso de câmeras de vídeo.

Padrões sequenciais de comportamento podem ser úteis para avaliação do conforto térmico e bem-estar dos frangos de corte. Entre os comportamentos mais frequentes observados para identificar situação de estresse térmico em frangos de corte, além do consumo de água e alimento, são bicar penas, banho de poeira, ciscar, prostar, atividade de locomoção e agrupamento (COSTA et al., 2012).

Pelo fato do ambiente exercer influência direta nas respostas fisiológicas da ave, a sequência de comportamentos ocorridos, com a mudança de ambiente, fornece fonte de informações referentes a períodos de tempo. A avaliação e os controles interativos do conforto térmico dos animais pela análise de imagens superam os problemas inerentes ao método convencional, pois se utilizam dos próprios animais como biossensores em resposta aos reflexos do ambiente por meio de análise comportamental (XIN e SHAO, 2002; CORDEIRO et al., 2011).



A mineração de padrão sequencial é uma técnica de mineração de dados usada para identificar padrões de eventos ordenados em um banco de dados (AGRAWAL e SRIKANT, 1995). Em particular, o conforto térmico das aves será avaliado por meio do uso do algoritmo GSP (*Generalized Sequential Patterns*) (AGRAWAL e SRIKANT, 1995; SRIKANT e AGRAWAL, 1996), o qual foi concebido para minerar padrões sequenciais que se repetem ao longo do tempo. A análise de comportamento é uma ferramenta importante no sentido de entender como os animais estão percebendo o ambiente e, assim, um melhor controle do ambiente térmico pode ser realizado, o que consequentemente irá propiciar melhor desempenho produtivo.

Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar o conforto térmico dos frangos de corte na fase inicial de criação, por meio da análise comportamental das aves, baseado em padrões sequenciais de comportamento para estimar o bem-estar de frangos de corte a partir de atributos ambientais e comportamentais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. ORIGEM DOS DADOS

Os dados foram tabulados de experimentos realizados em Câmara de Preferência Ambiental (CPA), na Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, em Campinas, SP. O experimento consistiu na criação de 66 frangos de corte Cobb® de sexo misto em ambiente controlado. Aves em idade de 7, 14 e 21 dias foram submetidas a 12 horas de estresse térmico por frio, sendo 4°C abaixo da temperatura de termoneutralidade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores de temperatura em período de estresse adotados aos 7, 14, 21 dias de idade das aves.

Idade (dias)	Termoneutra* (°C)	Em Estresse (°C)	Umidade relativa (%)
7	29,0 ± 1,0	25,0 ± 1,0	40-60
14	27,0 ± 1,0	23,0 ± 1,0	
21	24,0 ± 1,0	20,0 ± 1,0	

\*Valores ideais para as idades, obtidos e adaptados do manual de linhagem (COBB, 2016).

Os parâmetros comportamentais foram avaliados pelo método de “*scan sampling*” ou varredura instantânea (ALTMANN, 1974). As avaliações consistiram a cada início de hora, contando 12 horas antes, 12 horas durante e 8 horas após o período de estresse.

O conjunto de dados final foi composto por 14 atributos comportamentais (Tabela 2); correspondente ao etograma elaborado consistindo em comportamentos básicos, baseado em



estudos prévios relacionados ao comportamento e bem-estar das aves (WEEKS et al., 2000; BOKKERS e KOENE, 2003; PEREIRA et al., 2013).

**Tabela 2.** Descrição das variáveis utilizadas na composição do conjunto de dados.

<b>COMPORTAMENTOS AVALIADOS</b>	
<b><u>Comportamentos de Alimentação</u></b>	
<b>Comer (Co)</b>	Ave se posiciona na frente do comedouros e ingerir alimento
<b>Beber (B)</b>	Ave se posiciona na frente do bebedouro e beber água
<b>Ciscar (Ci)</b>	Ave em “fuçar” a cama com o bico ou pés.
<b><u>Comportamentos de Atividade</u></b>	
<b>Sentar (S)</b>	Ave se encontra com seu peito em contato com a cama
<b>Em pé (E)</b>	Ave permanece em pé, sem exercer nenhuma atividade.
<b>Deitar (D)</b>	Ave com a cabeça ou o bico sobre a cama ou debaixo de uma asa
<b>Andar (A)</b>	Ave movimenta um pé a frente do outro
<b>Correr (C)</b>	Ave movimenta em velocidade maior que a observada normalmente
<b><u>Comportamentos de Conforto</u></b>	
<b>Limpar penas (Lp)</b>	Ato em que a ave arruma ou coça as penas com o bico
<b>Arrepiar penas (Ap)</b>	Ação de arrepiar e sacudir todas as penas do corpo
<b>Abrir asas (Aa)</b>	Movimento de abrir as duas asas em movimento amplo
<b>Banho de cama (Bc)</b>	Ação de uma ave deitar e jogar substrato da cama em seu corpo
<b>Espreguiçar (Esp)</b>	Ave estica uma asa e/ou uma perna do mesmo hemisfério do corpo
<b>Deitar lateralmente (DI)</b>	Ave deita lateralmente, em contato com a cama, com perna esticada

## 2.2. CONJUNTO DE DADOS

Após a organização das informações sobre os comportamentos avaliados, os conjuntos de dados com 7, 14 e 21 dias, submetido à análise de padrões sequenciais tiveram a configuração disponível na Tabela 3.



**Tabela 3.** Visão parcial dos conjuntos de dados para condição termoneutra e estresse por frio.

<b>CONDIÇÃO TERMONEUTRA E DE ESTRESSE</b>		
<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>
<b>ave, sequencia</b>	<b>ave, sequencia</b>	<b>ave, sequencia</b>
ave1,"antes,Co"	ave1,"antes,Co"	ave1,"antes,Co"
ave1,"antes,Co"	ave1,"antes,D"	ave1,"antes,D"
ave1,"durante,S"	ave1,"durante,S"	ave1,"antes,DI"
ave1,"durante,Co"	ave1,"durante,Co"	ave1,"antes,Co"
ave1,"depois,Co"	ave1,"durante,A"	ave1,"antes,Es"
ave1,"depois,Co"	ave1,"depois,Co"	ave1,"durante,DI"
ave1,"depois,Co"	ave1,"depois,Co"	ave1,"durante,B"
ave1,"depois,Lp"	ave1,"depois,Lp"	ave1,"durante,Co"
▪ ▪ ▪ ▪ ▪	• • • • •	• • • • •
ave22,"depois,D"	ave22,"depois,S"	ave22,"durante,D"
ave22,"depois,S"	ave22,"depois,D"	ave22,"depois,S"

### **2.3. MODELAGEM BASEADA EM PADRÕES SEQUENCIAIS**

Foi desenvolvido um modelo baseado em padrões sequenciais para estimar o bem-estar de frangos de corte através de seu comportamento. Considerando que existe repetição de comportamento das aves no período de tempo estudo, foi avaliada a sequência de comportamentos das aves sob condição ideal e sob estresse por frio.

Para captar a sequência de comportamento das aves será utilizado o algoritmo GSP (*Generalized Sequential Patterns*) proposto por Srikant e Agrawal (1996). O algoritmo GSP foi concebido para mineração de padrões sequenciais esparsos e generalizados que se repetem ao longo do tempo.

Uma sequência temporal consiste em um conjunto de *itemsets* (ou conjunto frequente) ordenados temporalmente. Para  $S = \langle i_1, \dots, i_n \rangle$  (sendo  $n \geq 2$  e  $i_1, \dots, i_n$  *itemsets* não necessariamente distintos) ser uma sequência, todo  $i_k$  deve acontecer  $i_j$  se  $0 < k \leq n - 1$ ,  $1 < j \leq n$  e  $k < j$ . O tamanho de uma sequência é igual ao número de *itemsets* que possui.

Por exemplo, a sequência  $s = \langle \text{espreguiçar, abrir asas, andar, beber} \rangle$  significa que é comum para uma ave se espreguiçar, abrir asas, andar e beber, nesta ordem. Esta sequência tem tamanho igual a 4.



O valor de suporte de uma sequência  $s$  qualquer revela o quanto esta sequência é frequente. Para calcular o suporte de uma sequência, utiliza-se a fórmula a seguir:

$$\text{suporte}(s) = \frac{| \text{Número de ocorrências de } s |}{| \text{Total de sequências na base de dados} |} \rightarrow [0; 1]$$

#### 2.4. AMBIENTES DE SOFTWARE UTILIZADOS

O modelo proposto foi desenvolvido no ambiente de software Weka (FRANK et al., 2016). Weka é uma coleção de algoritmos de aprendizado de máquina para tarefas de mineração de dados. O software também contém ferramentas para pré-processamento de dados, classificação, regressão, agrupamento, regras de associação e visualização. É bem adequado para o desenvolvimento de novos esquemas de aprendizado de máquina.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 14 comportamentos avaliados, o padrão geral “Deitar” e “Sentar” foi o mais frequente, com suporte de 30%. O “Banho de cama” foi o único padrão comportamental não encontrado, para condição de termoneutralidade, pois teve frequência menor que 30%. Quanto maior o repertório de comportamentos executados pelas aves, maior o indicativo das mesmas estarem em melhores condições de bem-estar (ZHAO et al., 2014).

Na condição de estresse, foi levado em conta os comportamentos ocorridos antes, durante e após o período de estresse por frio. De modo geral, “Deitar” e “Sentar” aparecem durante todo o período avaliado, também com suporte de 30%. Porém, durante as 12 horas de estresse por frio, mesmo com tendência de permanecerem mais tempo sentadas ou deitadas (comportamentos de maior frequência), as aves apresentaram comportamentos naturais de bem-estar, como “Comer”, “Ciscar” e “Limpar penas”. Ciscar é um comportamento exploratório e natural das aves (WEEKS e NICOL, 2006; BESSEI, 2015) e a frustração pelo impedimento deste comportamento pode contribuir para o agravamento do estresse.

Em condição de termoneutralidade, foram encontrados 304, 302 e 208 padrões de sequência de tamanho 3; para 7, 14 e 21 dias, respectivamente. Já para condição de estresse por frio foram 149, 149 e 80. Muitos destes padrões se repetiam, sendo os principais e mais relevantes descritos na Tabela 4.



**Tabela 4.** Padrões de sequência de tamanho 3 para condição termoneutra e estresse por frio.

<b>CONDIÇÃO TERMONEUTRA</b>		
<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>
<{S}{Co}{D}>	<{Co}{Co}{Co}>	<{B}{Lp}{D}>
<{Lp}{D}{D}>	<{Co}{Es}{Co}>	<{Co}{Lp}{D}>
<{S}{Co}{Co}>	<{Ci}{D}{D}>	

  

<b>CONDIÇÃO ESTRESSE POR FRIO</b>		
<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>
<{antes,Lp}{durante,S}{depois,D}>	<{antes,D}{durante,S}{depois,D}>	<{antes,S}{durante,D}{depois,D}>
<{antes,D}{durante,S}{depois,D}>	<{antes,D}{durante,D}{depois,D}>	<{antes,S}{durante,D}{depois,S}>
<{antes,D}{durante,D}{depois,D}>	<{antes,S}{durante,S}{depois,D}>	<{antes,S}{durante,S}{depois,D}>
<{antes,S}{durante,S}{depois,D}>	<{antes,Lp}{durante,S}{depois,D}>	<{antes,S}{durante,S}{depois,S}>
<{antes,D}{durante,S}{durante,Co}>	<{antes,D}{durante,Co}{durante,D}>	<{antes,Co}{antes,D}{durante,B}>
<{antes,D}{durante,Co}{durante,D}>	<{antes,D}{durante,Co}{depois,D}>	<{antes,D}{antes,Co}{durante,Co}>
<{antes,D}{durante,Co}{depois,D}>	<{antes,D}{durante,Ci}{durante,D}>	<{antes,D}{antes,Co}{durante,Di}>
<{antes,D}{durante,Ci}{durante,D}>	<{antes,D}{durante,Ci}{depois,D}>	<{antes,D}{antes,Co}{durante,B}>
<{durante,S}{durante,Co}{durante,D}>	<{durante,S}{durante,Co}{durante,D}>	
<{durante,S}{durante,Co}{depois,D}>	<{durante,S}{durante,Co}{depois,D}>	
<{durante,S}{durante,D}{durante,Co}>	<{durante,D}{durante,Co}{depois,D}>	

Padrões semelhantes como “Limpar penas” → “Deitar” → “Sentar” foram encontrados tanto no estresse como na condição de conforto. Outras sequências ainda mostram muitas aves com comportamento de “Ciscar” e “Comer” durante o período de estresse.

Nicol et al. (2009) relataram que aves preferem ambientes em que podem ciscar e limpar penas. E muitas vezes o comportamento de ciscar acaba resultando em limpar suas próprias penas ou as das companheiras (HAAS et al., 2010).

A frequência de comportamentos no estresse por frio foi de a ave permanecer sem atividade (deitada e sentada), demonstrando que o ambiente não estava totalmente favorável a ela, embora foi possível visualizar comportamentos ditos normais de conforto. Quanto maior é a intensidade, duração e incidência do comportamento melhor indicação temos do bem-estar das aves (BRACKE



e HOPSTER, 2006). O estresse por frio não foi suficiente para mudar drasticamente o comportamento dos frangos de corte; onde demonstraram padrões muito similares ao conforto térmico.

Em decorrência do melhoramento genético, as faixas de temperaturas atualmente preconizadas pela linhagem como ótimas podem estar defasadas (CASSUCE et al., 2013), o que demonstra a importância de continuar pesquisas nesse sentido, mudando a temperatura e duração do estresse térmico.

Outro fator a observar é que frangos de corte conseguem se aclimatar a uma determinada intensidade de estresse térmico. Adaptações a curto prazo o animal realiza mudanças fisiológicas, comportamentais e imunológicas para sobrevivência aos eventos estressantes. Adaptações a longo prazo ocorrem durante a vida do animal e incluem uma redução da taxa metabólica, mudanças na resposta comportamental e na morfologia geral do animal (RENAUDEAU et al., 2012).

Embora frangos de corte tenham essa capacidade de adaptar o comportamento às variações do ambiente térmico, não é recomendado que ocorra grande variação na temperatura do ambiente interno, pois esta análise representa, apenas, a manifestação do comportamento, não evidenciando assim as respostas zootécnicas, como consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, o que pode acarretar perdas de produção, não observadas através da análise comportamental.

#### **4. CONCLUSÃO**

A mineração de padrões sequenciais é uma técnica simples e promissora para estimar o bem-estar de frangos de corte, permitindo a identificação de relações temporais entre estresse térmico e o comportamento das aves.

Temperatura 4°C abaixo da zona de conforto não influenciou drasticamente o comportamento das aves; onde elas mantiveram comportamentos similares ao conforto, evidenciando assim a capacidade de habituação das aves ao ambiente em estresse por frio.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Ao programa CNPq/PIBIC pela concessão da bolsa de Iniciação Científica, processo Nº 167887/2017-3 para o aluno Yago de Lima Barbosa.





## 6. REFERÊNCIAS

AGRAWAL, R.; SRIKANT, R. Mining Sequential Patterns. In Proceedings of the 11th International Conference on Data Engineering, Taiwan, March 1995.

ALTMANN, J. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. **Behaviour**, v. 49, n 3/4, p. 227-267, 1974.

BESSEI, W. The behavior of broiler breeders under controlled feeding conditions in response to coarse Ca particles scattered in the litter. **LOHMANN Information**, v.49, n.1, p.24-29, 2015.

BRACKE, M. B. M.; HOPSTER H. Assessing the importance of natural behavior for animal welfare. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v.19, p. 77-89, 2006.

CASSUCE, D. C. et al. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. *Revista Engenharia Agrícola*, v. 33, n. 1, p.28-36, 2013.

COBB - VANTRESS, INC. Broiler Management Guide. 2016, 69p. Disponível em < <http://cobb-vantress.com/docs/default-source/management-guides/cobb-breeder-management-guide---english.pdf>>.

CORDEIRO, M. B.; TINOCO, I. F. F.; FILHO, R. M.; SOUSA, F. C. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 3, p. 418-426, 2011.

COSTA, L. S.; PEREIRA, D. F.; BUENO, L. G. F.; PANDORFI, H. Some aspects of chicken behavior and welfare. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 14, n.3, p. 159-232, 2012.

FRANK, E.; HALL, M. A.; WITTEN, I. H. (2016). The WEKA Workbench. Online Appendix for "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques", Morgan Kaufmann, Fourth Edition, 2016.

HAAS, E.N.; NIELSEN, B.L.; BUITENHUS, A.J.; RODENBURG, T. B. Selection on feather pecking affects response to novelty and foraging behavior in laying hens. **Applied Animal Behavior Science**, v.124, p. 90–96, 210.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann Publishers, 3 ed, San Francisco, CA, USA, 2001.

NICOL, C.J.; CAPLEN, G.; EDGAR, J.; BROWNE, W.J. Associations between welfare indicators and environmental choice in laying hens. **Animal Behaviour**, v.78, n.2, p.413-424, 2009.



**12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018**  
**01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-145-5**

PEREIRA, D.F.; MIYAMOTO, B.C.B.; MAIA, G.D.N.; SALES, G.T.; MAGALHÃES, M.M.; GATES, R.S. Machine vision to identify broiler breeder behavior. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.99, p.194-199, 2013.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; BASILIO, V.; GOURDINE, J.L.; COLLIER, R.J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v.6, n.5, p.707-728, 2012.

SRIKANT, R.; AGRAWAL, R, Mining Sequential Patterns: Generalizations and Performance Improvements. In Proceedings of the Fifth International Conference on Extending Database Technology (EDBT), Avignon, France, March 1996.

WEEKS, C.A.; DANBURI, T.C.; DAVIES, H.C.; HUNT, P.; KESTIN, S.C. The behaviour of broiler chicken and its modification by lameness. **Applied Animal Behaviour Science**, v.67, p.111-125, 2000.

WEEKS, C.A.; NICOL, C.J. Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, p. 296-307, 2006.

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

ZHAO, Z.; LI, J.; LI, X.; BAO, J. Effects of housing systems on behaviour, performance and welfare of fast-growing broilers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.27, n.1, p.140-146, 2014.