

Uso de métodos multivariados para detecção do nível de conforto térmico de bubalinos em Belém, Pará

Jamile Andréa Rodrigues da Silva¹, Núbia de Fátima Alves dos Santos², Airton Alencar de Araújo³, José de Brito Lourenço Júnior⁴, Alexandre Rossetto Garcia⁵, Pedro Silvestre da Silva Campos⁶, Ana Carolina Cavalcante Jucá⁷, Thays Syntyta Antunes da Costa⁸.

¹Professora Adjunta da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. E-mail: jamile.andrea@ufra.edu.br

²Professora Adjunta da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. E-mail: nubia.santos@ufra.edu.br

³Professor Associado da Universidade Estadual do Ceará – UECE. E-mail: aaavet55@gmail.com

⁴Professor Visitante da Universidade do Estado do Pará - UEPA. E-mail: joselourencojr@yahoo.com.br

⁵Pesquisador A da Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: argarcia@cpatu.embrapa.br

⁶Professor Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. E-mail: pedro.campos@ufra.edu.br

⁷Graduanda do Curso de Agronomia - UFRA. E-mail: carolinajuca2009@hotmail.com

⁸Graduanda do Curso de Agronomia - UFRA. E-mail: thayssyntyta@hotmail.com

Resumo: Este trabalho objetivou identificar se búfalos da raça Murrah estão em condições de conforto ou desconforto térmico em um dado momento, e ainda quantificar o nível de estresse do animal segundo as variáveis observadas, para tal, fez-se o uso de técnicas de estatística multivariada, Análise Fatorial e Modelos de Regressão para variáveis qualitativas. Para esta análise foram utilizadas variáveis climáticas e fisiológicas, que definiram dois fatores através da Análise fatorial que foram utilizados como covariáveis no modelo de regressão. A análise fatorial mostrou-se adequada, segundo o critério KMO que foi da ordem 0,774, o teste de Bartlett foi significativo a 1%, trazendo evidências de que a matriz de correlação em geral é significativa. O modelo ordinal que melhor se ajustou aos dados foi o modelo com função de ligação *complemento log-log*, pois apresentou menor valor da medida $-2LL$, sendo todas as covariáveis significantes ao nível de 1%.

Palavras-chave: análise fatorial, nível de estresse do animal, variáveis climáticas

Use of multivariate methods for detection of level of thermal comfort of buffaloes in Belém, Pará

Abstract: This study aims to identify whether Murrah buffaloes are in a condition of thermal comfort or discomfort at any given time, And further quantify the stress level of the animal according to the variables observed, for such, it was used multivariate statistics methods, Factor Analysis and Regression Models for qualitative variables. For this analysis, climatic and physiological variables that defined two factors through Factor Analysis were used as covariables in the regression model. Factor analysis was adequate, according to the KMO criterion which was approximately 0.774, Bartlett test was significant at 1%, bringing evidence that the correlation matrix is usually significant. The ordinal model that best fit the data was the model to function complementary log-log link, therefore showed lower value of the measure-2LL, with all significant at the 1% level covariates.

Keywords: Factor Analysis, stress level of the animal, climatic variables

Introdução

O encarecimento dos recursos produtivos na agricultura e crescente demanda de produtos de origem animal para a alimentação humana tem provocado a busca de melhores índices de produtividade por parte de criadores e técnicos. Entretanto, novas práticas zootécnicas podem causar desconforto aos animais, interferindo negativamente a sua produção e saúde. O estresse animal pode ser de origem climática, nutricional ou devido a problemas provocados por alterações fisiológicas, patológicas ou tóxicas. Destes, as condições climáticas inadequadas têm se destacado por provocar redução no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. Assim, essa pesquisa visou determinar, através de variáveis fisiológicas e climáticas e do uso dos escores fatoriais como covariáveis para contornar a

presença de multicolinearidade entre as covariáveis, um modelo para quantificar o nível de conforto térmico de bubalinos na região metropolitana de Belém do Pará.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Pesquisa “Senador Álvaro Adolpho” (01° .26’.03” S e 48° .26’.03” W), pertencente à Embrapa Amazônia Oriental. O tipo climático é o Afi (Koppen), com temperatura elevada do ar e chuvas abundantes durante o ano inteiro. Utilizou-se 20 búfalas Murrah, entre quatro e cinco anos de idade, peso médio de 359 kg, cíclicas, não gestantes e não lactantes. Os animais de ambos os grupos permaneceram em pastejo rotacionado, com *Brachiaria humidicola*, água para beber e sal mineral *ad libitum*. Foram coletadas as variáveis fisiológicas: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura da pele (TP) e frequência cardíaca (FC) e as variáveis climáticas temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR). Fez-se uso de duas técnicas de estatística multivariada, a Análise Fatorial (AF) e Modelos de Regressão para variáveis respostas qualitativa Ordinal, em especial os modelos com função de ligação logit, complemento log-log e negativo log-log com o objetivo de prever o nível de conforto térmico de bubalinos. Sendo a representação algébrica do modelo dada na forma matricial por: $X = \Lambda F + \epsilon$, onde: X : é o vetor p-dimensional de variáveis originais; F : é o vetor de fatores comuns q-dimensional; ϵ : é o vetor estocástico de erros do modelo p-dimensional; Λ : é a matriz de cargas fatoriais de ordem $p \times q$. Nesse modelo de AF pressupõe-se que os fatores específicos são ortogonais entre si e com todos os fatores comuns. Normalmente, $E(\epsilon) = E(F) = 0$ e $cov(\epsilon; F) = 0$. Para tornar de fácil interpretação dos fatores, foi realizada uma rotação do tipo Varimax, esta rotação não altera as comunalidades e variâncias específicas (Johnson & Wichern, 1998). Para extração dos fatores foi realizado o critério da raiz latente. Os Modelos de Regressão Ordinal foi realizado através da fórmula: Função de ligação $[P(Y \leq K)] = \alpha_k - X\beta$, onde α_k denota o parâmetro de localização para as $k = 1, \dots, r - 1$ classes da variável dependente, β é o vetor de parâmetros de regressão (declives) e X é a matriz de covariáveis.

Resultados e Discussão

A análise fatorial mostrou-se adequada, segundo o critério KMO que foi da ordem 0,774. O teste de Bartlett foi significativo a 1%, trazendo evidências de que a matriz de correlação em geral é significativa. Tendo que a solução fatorial foi satisfatória, devido esta explicar 75,44% da variação total das variáveis (Tabela 01), por meio de dois fatores extraídos pelo método da raiz latente, cabe agora nomear cada um dos fatores adequadamente para que estes sejam fidedignos das variáveis que lhes caracterizam.

Tabela 01. Total da variância explicada pelos fatores.

Fatores	Autovalores iniciais			Variâncias iniciais			Variâncias após a rotação		
	Total	% da Variância	% Acumulado	Total	% da Variância	% Acumulado	Total	% da Variância	% Acumulado
1	3,32	55,36	55,36	3,32	55,36	55,36	2,7	45,01	45,01
2	1,2	20,08	75,44	1,2	20,08	75,44	1,83	30,42	75,44
3	0,67	11,24	86,67						
4	0,47	7,83	94,5						
5	0,22	3,63	98,14						
6	0,11	1,86	100						

As cargas fatoriais após a rotação *Varimax* estão dispostas na Tabela 02, e estão em destaque as cargas que apresentam cada um dos fatores extraídos. O primeiro fator explicou em torno de 45,01% da variação total dos dados e está caracterizado pelas variáveis: TP, UR e TA, apresentando altas comunalidades (Tabela 03). Sendo este fator denominado de Fatores Climáticos por estar associado ao clima, neste fator a UR se relaciona negativamente, fato este esperado, devido a região amazônica ter altos índices de UR e relacionar-se de forma inversamente proporcional com variáveis associadas à TA. O segundo fator incluiu as variáveis TR, FC e FR que se relacionam positivamente com este fator. Estas variáveis estão diretamente ligadas à fisiologia dos búfalos, sendo então este fator denominado de

Características Fisiológicas, explicando 30,42% da variação total dos dados. A variável FR, mesmo apresentando baixa comunalidade, foi mantida na análise fatorial devido a razões de subjetividade especialistas da área, justificando sua inclusão por motivos amostrais.

Tabela 02. Fatores rotacionados e comunalidades.

Variáveis	Fatores		Comunalidades
	1	2	
TP	0,840	0,351	0,830
UR	-0,943	-0,008	0,889
TA	0,922	0,246	0,911
TR	0,278	0,796	0,711
FC	-0,002	0,866	0,750
FR	0,422	0,508	0,436

O modelo ordinal que melhor se ajustou aos dados foi o modelo com função de ligação *complemento log-log*, pois apresentou menor valor da medida $-2LL$, sendo todas as covariáveis significantes ao nível de 1% (Tabela 03). O modelo ajustado conseguiu classificar adequadamente em torno de 74% das observações, podendo então ser utilizado de forma satisfatória para determinar o nível de conforto térmico de bubalinos na região metropolitana de Belém do Pará.

Tabela 03. Estimativa dos parâmetros para determinar estado de conforto térmico em bubalinos, criados em Belém, Pará.

Categorias		Estimativas	Erro padrão	Wad	gl	p-valor	IC (β ;95%)	
							LI	LS
Categorias	Não estresse	-0,293	0,029	101,7	1	0,000	-0,350	-0,236
	Perigo	1,326	0,037	1302,27	1	0,000	1,254	1,398
Variáveis	CC	0,471	0,023	401,41	1	0,000	0,425	0,517
	CF	1,505	0,041	1336,62	1	0,000	1,424	1,585

CC: Características climáticas; CF: Características fisiológicas; LI: Limite inferior; LS: Limite superior

De acordo com o modelo, à medida que as covariáveis CC e CF aumentam, a probabilidade dos búfalos estarem em desconforto térmico se eleva. Entretanto, deve-se ter cuidado com a análise da covariável. Segundo Silva (2010), características fisiológicas sofrem influência negativa da UR e TA, pois à medida que a UR aumenta, em condições de elevada TA, os búfalos sentem dificuldades de perder calor evaporação, podendo apresentar estresse térmico.

Conclusões

O modelo ajustado revelou características empiricamente já detectadas no nível de conforto térmico dos bubalinos. A análise fatorial revelou que os fatores climáticos e fisiológicos estão bem definidos e que têm influência direta na determinação e mensuração do nível de conforto térmico dos animais em estudo.

Literatura citada

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

SILVA, J. R. da. **Avaliação do estresse térmico em búfalos murreh criadas em dois diferentes sistemas de manejo nas condições climáticas da Amazônia Oriental**. 2010. 149p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará.