

GEOESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE NO RIO GRANDE DO SUL PARA O INVERNO E PARA O VERÃO

ZANANDRA BOFF DE OLIVEIRA¹ALBERTO EDUARDO KNIES², ALEXANDRE GONÇAVES KURY³, DIOGO ANDRÉ SCHIMIDT³

¹ Eng. Agrícola, Dra. em Engenharia agrícola, Profa. da Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul. Fone: 55-99514231, e-mail: zanandraboff@gmail.com.

²Eng. Agrônomo, Dr. em Engenharia agrícola, Prof. da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul Unidade em Cachoeira do Sul. Fone: 55-999226613, e-mail: albertoek@gmail.com.

³Estudantes do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: o presente estudo tem como objetivo analisar a variabilidade espacial do índice de temperatura e umidade (ITU) no Rio Grande do Sul, para o inverno e verão. Para o cálculo do ITU utilizou-se dados de temperatura e umidade relativa horária (período de 2000 a 2020) disponíveis no INMET para quarenta e dois municípios. Uma vez detectada a dependência espacial, produziu-se o mapa temático da distribuição espacial do ITU por meio de krigagem ordinária para as duas estações. No inverno, a maior parte do território enquadra-se em uma faixa de ITU (>56 <58), em seguida há abrangência de uma zona de ITU entre 58 e 60 e uma pequena faixa enquadrou-se em uma zona de ITU <54. No verão as faixas de ITU estão dentro do intervalo de 68 a 70, de 70 a 72 e maior que 72, prevalecendo em maior parte do território (ITU >70 <72). Os resultados são indicativos de desconforto a estresse por frio (inverno) e por calor (verão), demonstrando a necessidade de práticas de condicionamento térmico, que devem ser avaliadas em função da categoria e idade dos animais de produção.

PALAVRAS-CHAVE: bioclimatologia, ambiência de precisão, geoestatística.

GEOESPACIALIZATION OF THE TEMPERATURE AND HUMIDITY INDEX IN RIO GRANDE DO SUL FOR WINTER AND SUMMER

ABSTRACT: the present study aims to analyze the spatial variability of the temperature and humidity index (THI) in Rio Grande do Sul, for winter and summer. To calculate the ITU, temperature and hourly relative humidity data (from 2000 to 2020) available at INMET for forty-two municipalities were used. Once the spatial dependence was detected, the thematic map of the THI spatial distribution was produced by means of ordinary kriging for the two stations. In winter, most of the territory falls within a THI band (>56<58), then there is a THI zone between 58 and 60 and a small band falls within a THI zone <54. In summer the THI ranges are within the range of 68 to 70, 70 to 72 and greater than 72, prevailing in most of the territory (THI >70 <72). The results are indicative of discomfort due to cold (winter) and heat (summer) stress, demonstrating the need for thermal conditioning practices, which should be evaluated according to the category and age of the farm animals

KEYWORDS: bioclimatology, precision ambience, geostatistics.

INTRODUÇÃO: para animais de produção, quando a temperatura do ar e a umidade relativa do ar estão fora do ideal levam o animal a ficar fora da sua zona de conforto térmico provocando impactos negativos na produção, no comportamento, na sanidade e no bem-estar (GAUGHAN et al., 2008; BAÊTA; SOUZA, 2012). Assim, conhecer a variabilidade espacial de índices de conforto térmico, como o ITU, pode contribuir no estabelecimento de técnicas construtivas e na definição de práticas de acondicionamento térmico ambiental de forma regionalizada, proporcionando condições ambientais favoráveis a produtividade. Banco de dados meteorológicos e informações geográficas (SIG), possibilitam a geração de mapas temáticos, como, por exemplo, o zoneamento bioclimático de uma determinada região, importante para a tomada de decisão com relação à ambiência animal e humana, auxiliando na definição de práticas de acondicionamento térmico que minimizem o estresse térmico (MENDES et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2019). Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar a variabilidade espacial do ITU no Rio Grande do Sul, para o inverno e verão.

MATERIAL E MÉTODOS: os dados meteorológicos horários de temperatura do ar e de umidade relativa do ar foram obtidos no site do INMET, referentes ao período de 2000 a 2020 disponíveis para os quarenta e dois municípios do estado do Rio Grande do Sul. Calculou-se o ITU horário médio pela equação proposta por Buffington et al. (1982). Para a realização dos mapas de variabilidade espacial os dados mensais de ITU, foram agrupados em estações do ano, considerando verão (jan-mar) e inverno (jul-set). A dependência espacial do ITU foi avaliada pelos ajustes de variogramas, pressupondo a estacionaridade da hipótese intrínseca, conforme Vieira et al. (2010). Foram testados os seguintes modelos: linear com patamar, gaussiano, esférico e exponencial. Selecionou-se o modelo que apresentou a menor soma dos quadrados do resíduo (SQR). Após a escolha do modelo, foram determinados os parâmetros: efeito pepita (C_0), patamar ($C_0 + C$) e alcance (A). Uma vez detectada a dependência espacial, produziu-se o mapa temático de variabilidade espacial do ITU. A interpolação dos mapas foi realizada utilizando o método da krigagem ordinária. A escala dos mapas foi ajustada para 2 unidades de ITU (variável para cada estação do ano buscando identificar a variabilidade entre locais). A análise geoestatística e os mapas foram confeccionados com o software GS+.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: o ITU apresentou dependência espacial, fato evidenciado pelo ajuste dos modelos teóricos de semivariância apresentados na tabela 1. O alcance da modelagem foi superior a 370 km e o erro padrão de predição foi de 1,32 e 1,07 para o inverno e verão, respectivamente. Indicando que a incerteza associada à estimativa de valores em locais não amostrados é aceitável, sendo possível produzir o mapa de variabilidade espacial do ITU no RS com intervalo de classe de ITU de 2 (Figura 1).

No inverno, o território gaúcho ficou dividido em três classes de ITU, sendo a região extremo sul a mais fria ($ITU > 54$). Uma classe intermediária (ITU entre 56 e 58), abrange toda a metade sul, com exceção ao extremo Sul, parte da mesorregião metropolitana e a mesorregião nordeste. O restante do território (mesorregião central, parte da metropolitana e noroeste) caracteriza-se por apresentar valores mais elevados (ITU entre 58 e 60). Os valores do índice observados para o inverno, são indicativos de desconforto a estresse devido ao frio, seguido a escala do índice de desconforto humano (IDH) proposta por Ono; Kawamura (1991), conforme sugere Oliveira; Knies (2019), já que não há na literatura escala de ITU para frio. Buriol et al. (2015) destaca que, pra seres humanos em ambiente aberto, o desconforto por frio é mais fácil de ser contornado com o uso de vestimentas apropriadas do que no desconforto por calor. Para a criação animal, atenção especial deve ser dada a animais na fase inicial de vida, que são mais sensíveis ao estresse térmico por frio (BAÊTA; SOUZA, 2012).

TABELA 1. Parâmetros dos semivariogramas teóricos e da análise de validação cruzada referentes à modelagem da dependência espacial para os valores do ITU no estado do Rio Grande do Sul, para o inverno e para o verão.

	Inverno	Verão
	Parâmetros geoestatísticos	
Modelo	Gaussiano	Linear
Ao	544,43	377,77
$C_0+C^{(3)}$	6,53	3,41
$C_0^{(4)}$	1,82	0,56
$SQR^{(4)}$	2,90	0,69
$R^{2(5)}$	0,61	0,73
	Parâmetros da análise de validação cruzada	
$CR^{(6)}$	1,1	1,17
$Y^{(7)}$	-6,26	-12,34
$EPP^{(8)}$	1,32	1,07
R^2	0,53	0,61

Onde: ¹Alcance (km); ²Patamar; ³Efeito pepita; ⁴Soma de quadrados do resíduo; ⁵Coefficiente de determinação; ⁶Coefficiente de regressão; ⁷Intercepto; ⁸Erro padrão de predição.

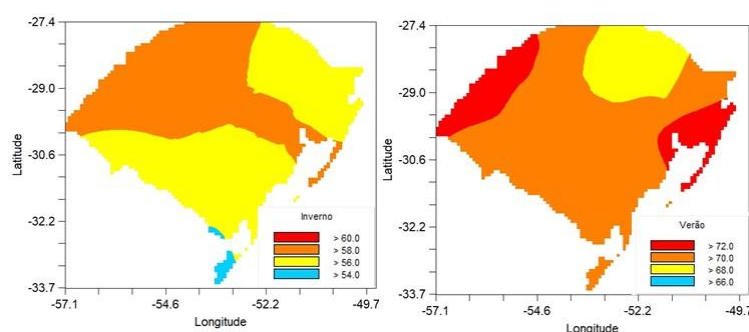


FIGURA 1. Mapa da variabilidade espacial do ITU médio para o estado do Rio Grande do Sul para o inverno e para o verão.

Para o verão, identificou-se três classes de ITU. Locais de maior altitude (parte das mesorregiões nordeste e noroeste) apresentam os menores valor do índice e locais de menor altitude (fronteira com a Argentina e litoral) os maiores valores ($ITU > 72$). A maior parte do território gaúcho enquadra-se na faixa de $ITU > 70$. De acordo com Silva (1999), para locais com $ITU > 70$, somente é possível a criação de suínos com a utilização de modificações ambientais. A criação de frangos de corte a partir a terceira semana de vida com $ITU > 72$ só é possível com a adoção de práticas de acondicionamento térmico (ABREU; ABREU, 2011). Conforme Higashiyama et al. (2013), vacas Holandesas submetidas a ITU superior a 72 apresentaram estresse calórico, comprovado por meio do cortisol urinário.

Para mitigar esse desconforto a estresse calórico alguns critérios devem ser observados na construção das edificações, como: pé-direito, largura, orientação solar, tipo de cobertura, entre outros, visando uma menor transferência de calor para o interior da edificação e uma melhor renovação do ar. Além disso, algumas medidas secundárias poderão ser adotadas, como ventilação artificial ou exaustão associadas a resfriamento adiabático, para a redução da temperatura em ambientes de confinamento fechados ou semiabertos. Para a criação de animais no sistema a pasto, a utilização de sombreamento natural ou artificial, o fornecimento de água de qualidade para a dessedentação e, se possível para a imersão desses animais, contribuem para a termorregulação e (BAÊTA; SOUZA, 2012; KENDALL et al., 2006).

CONCLUSÕES: a geoespacialização do ITU no Rio Grande do Sul permitiu dividir o território em três classes tanto para o inverno quanto para o verão. No inverno, a maior parte do território enquadra-se em uma faixa de ITU (>56 <58), em seguida há abrangência de uma zona de ITU entre 58 e 60 e uma pequena faixa enquadrou-se em uma zona de ITU<54. No verão as faixas estão dentro do intervalo de 68 a 70, de 70 a 72 e maior que 72, prevalecendo em maior parte do território (ITU>70<72). Os resultados são indicativos de desconforto a estresse por frio (inverno) e por calor (verão), demonstrando a necessidade de práticas de acondicionamento térmico, que devem ser avaliadas em função da categoria e idade dos animais de produção.

REFERÊNCIAS:

- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011 (supl. especial). <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/901939/1/osdesafiosdaambienciasobreossistemas.pdf>>
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2.Ed. Viçosa: EDUFV, 2012, 269p.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714. 198.
- HIGASHIYAMA, H.; IKEDA, K.; KOMATSU, T.; FUKASAWA, M. Welfare of lactating Holstein cows under outdoor grazing and indoor housing in relation to temperature and humidity in summer in Japan. **Livestock Science**. p 86-91, v 155, 2013.
- KENDALL, P.E.; NIELSEN, P.P.; WEBSTER, J.R.; VERKERK, G.A.; LITTLEJOHN, R.P.; MATTHEWS, L.R. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. **Rev. Livestock Science**, n. 103, p. 148-157, 2006
- MENDES, A.M.P. Índice de conforto térmico e zoneamento bioclimático para ovinos da raça Dorper no Estado de Pernambuco. 2014. 161p. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.
- OLIVEIRA, L.M.F.; YANAGI JUNIOR; FERREIRA. E.; CARVALHO, L.G.; SILVA, M.P. Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. **Engenharia Agrícola**. vol.26 no.3 Jaboticabal Sept./Dec. 2006.
- OLIVEIRA, Z. B.; KNIES, A. E. Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambiente externo na região central do RS. **Energia na Agricultura**, v. 34, p. 377-388, 2019.
- OLIVEIRA, Z.B, BOTTEGA, E.L ; OLIVEIRA, M.B; MOARES, C.S; LINK,T.D. Análise do conforto térmico no estado do Rio Grande do Sul utilizando técnicas geostatísticas e dados das normais climatológicas. **Engenharia na Agricultura**, v. 27, p. 195-203, 2019
- ONO, H. S. P.; KAWAMURA T. Sensible Climates in Monsoon Asia. **International Journal Biometeorology**. vol. 35, nº XX, pp. 39-47, 1991.
- PASTAL, D.; CRISTO, A. B. DE; FUJISAWA, F. M.; MAIER, G.S.; GUIRRO, E. C.B. P. Papel do sombreamento no conforto térmico de vacas leiteiras criadas a pasto – revisão de literatura. **Veterinária em Foco**, v. 12, n. 2, 2015.
- SILVA, I.J.O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 4., 1999, São Paulo. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p.108-3251999.
- VIEIRA, S.R, GUEDES FILHO, O, CHIBA, M.K, MELLIS, E.V., DECHEN, S.C.F. & DE MARIA, I.C. Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 4, n. 5, 2010.