

**Zoneamento Bioclimático para Vacas Leiteiras no Rio Grande Do Sul**

Larrissa Ribeiro Rodrigues<sup>1</sup>, Zanandra Boff de Oliveira<sup>2</sup>, Amanda Azevedo<sup>1</sup>, Bianca Motta Dolianitis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria Campus de Cachoeira do Sul. E-mail: larrissarodrigues@hotmail.com l@email.com.br

<sup>2</sup> Professora da Universidade Federal de Santa Maria Campus de Cachoeira do Sul. E-mail: zanandraboff@gmail.com

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo de estabelecer o zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no Estado do RS a partir do Índice de Temperatura e Umidade (ITU). O estudo foi realizado em 27 municípios do Estado, contemplando as sete mesorregiões (Centro Ocidental, Centro Oriental, Metropolitana, Nordeste, Noroeste, Sudeste e Sudoeste), para os quais foi calculado o ITU a partir de dados de temperatura média compensada (TMC) e umidade relativa compensada (URC), referentes ao período compreendido entre 1961 e 1990, disponíveis no site do INMET. Dentre os modelos avaliados (gaussiano, esférico e exponencial), o modelo esférico foi o que melhor ajustou à semivariância experimental observada para o ITU, que apresentou dependência espacial com correlação significativa negativa entre os valores de altitude. O ITU foi superior a 70 (alerta) em dezoito municípios dos vinte e sete avaliados, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, chegando ao valor máximo de 75,2, em uma pequena faixa de municípios situados na região sudeste, com altitude de até 100 m. A espacialização do ITU nas diferentes regiões, pode ser usada como um indicativo para caracterizar o conforto térmico das vacas leiteiras no Rio Grande do Sul, servindo como base para estudos mais específicos que indiquem práticas de acondicionamento térmico animal.

**Palavras-chave:** conforto térmico, bovinocultura de leite, ITU.

---

Os autores deste trabalho são os únicos responsáveis por seu conteúdo e são os detentores dos direitos autorais e de reprodução. Este trabalho não reflete necessariamente o posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Biometeorologia (SBBiomet).

The authors of this paper are solely responsible for its content and are the owners of its copyright. This paper does not necessarily reflect the official position of the Brazilian Society of Biometeorology (SBBiomet).

---

## Introdução

O leite está entre os seis primeiros produtos mais importantes da agropecuária brasileira (Embrapa 2016). A região Sul, é a segunda região mais produtora do Brasil, destacando-se o Estado do Rio Grande do Sul (RS). No RS, a produção é relativamente bem distribuída pelo território, com maior produção nas regiões norte e nordeste (IBGE, 2011).

As vacas de raças leiteiras em lactação são sensíveis ao estresse térmico, situação em que ocorre uma redução na produtividade, atribuída ao menor consumo de alimentos, à hipofunção da tireóide e ao gasto de energia necessária para dissipação de calor corporal. O que acarretará, também, em baixas taxas de concepção e atraso no crescimento de animais de reposição, ocasionando perdas econômicas significativas para o produtor (Baêta; Souza 2012, Pires; Campos 2004).

Desse modo, o estudo bioclimático das regiões produtoras de leite, constitui importante instrumento indicativo de conforto/desconforto a que os animais podem estar submetidos, auxiliando produtores na escolha dos meios mais adequados de acondicionamento térmico. Um indicador de conforto térmico, é o índice de temperatura e umidade (ITU), calculado a partir dos efeitos combinados da temperatura do ar ( $T_{ar}$ ) e umidade relativa do ar (UR) (Klosowski et al. 2002, Turco et al. 2006, Gantner et al. 2011, Herbut; Angrecka, 2012).

Assim, o presente estudo teve como objetivo de estabelecer o zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no Estado do RS a partir do ITU.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em vinte e sete municípios, localizados nas diferentes mesorregiões do Estado do RS (Centro Ocidental, Centro Oriental, Metropolitana, Nordeste, Noroeste, Sudeste e Sudoeste), conforme apresenta a figura 1.

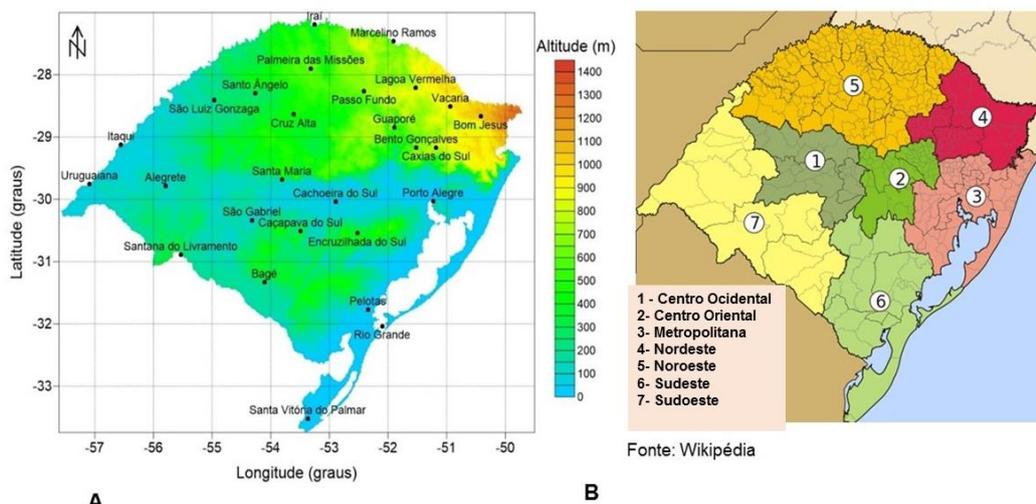


Figura 1. Mapa do Estado do Rio Grande do Sul, ilustrando os municípios e suas respectivas coordenadas geográficas (A) e as mesorregiões (B), para qual o zoneamento bioclimático foi desenvolvido.

Os dados meteorológicos necessários para o cálculo do ITU foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), referentes ao período compreendido entre 1961 e 1990 (última Normal Climatológica). Foram utilizados os dados de temperatura média compensada (TMC) e umidade relativa compensada (URC), calculadas de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente.

$$TMC = (T_{\max} + T_{\min} + T_{12} + T_{18} + T_{24}) / 5 \quad (1)$$

Onde:

TMC = temperatura média compensada (°C) do dia;

$T_{\max}$  = temperatura máxima do dia (°C);

$T_{\min}$  = temperatura mínima do dia (°C);

$T_{12,18,24}$  = temperaturas observadas nos respectivos horários 12, 18 e 24 UTC (°C).

$$URC = (UR_{12} + UR_{18} + 2 \times UR_{24}) / 4 \quad (2)$$

Onde:

URC = umidade relativa do ar compensada (%) do dia;

$UR_{12,18,24}$  = umidade relativa observadas nos respectivos horários 12, 18 e 24 UTC (%).

O ITU foi calculado a partir da equação 3, proposta por Buffington et al. (1982):

$$ITU = 0,8 Ta + UR (Ta - 14,3) / 100 + 46,3 \quad (3)$$

Onde:

ITU = índice de temperatura e umidade, adimensional;

Ta = temperatura de bulbo seco (°C);

UR = umidade relativa do ar (%).

Os valores obtidos de ITU foram comparados com as condições ideais de conforto, conforme descreve Silva Junior (2001), da seguinte maneira: menor ou igual a 70 (normal); de 70 a 72 (alerta); aproximando do índice crítico para a produção de leite; 72 a 78 (redução na produção de leite); 78 a 82 (perigo); acima de 82 (emergência).

Foi empregada análise de correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ) para as variáveis altitude, índice de temperatura e umidade (ITU) e déficit de produção de leite. A variabilidade espacial das variáveis foi analisada através de técnicas geoestatísticas. A dependência espacial foi avaliada pelo ajuste de variogramas, pressupondo a estacionaridade da hipótese intrínseca. Testou-se os modelos gaussiano, esférico e exponencial. Ajustou-se o modelo teórico de semivariância que melhor representou a semivariância experimental. Para a escolha do modelo de melhor ajuste, adotou-se como parâmetro o menor valor da soma de quadrados do resíduo (SQR) e o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ), bem como análise de validação cruzada (valores observados versus valores estimados).

Uma vez detectada a dependência espacial, produziu-se o mapa temático da distribuição espacial da variável por meio de krigagem ordinária. Para interpolação utilizou-se 16 vizinhos próximos, em um raio de busca equivalente ao alcance do variograma. A análise de correlação de Pearson foi realizada utilizando o programa computacional Statistica, versão 7. A análise geoestatística e confecção dos mapas temáticos foram realizadas utilizando o programa computacional GS+, versão 9.

### Resultados e Discussões

A partir da análise dos resultados observou-se que, em dezoito municípios dos vinte e sete analisados, o ITU foi superior a 70 (alerta), ocorrendo nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Enquanto que, para os demais meses do ano a situação é de conforto térmico em todos os municípios. Indicando que, a condição climática é a ideal para a criação de vacas leiteiras no Estado, com ressalvas no período do verão. Souza; Silva (2008) atribuem ao clima ameno da região Sul, o sucesso da criação de raças com alta aptidão leiteira, como a Holandesa. Assim, na figura 2 apresenta-se os mapas temáticos do zoneamento bioclimático para bovinos de leite, calculado com base no ITU referente aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, para o Estado do RS.

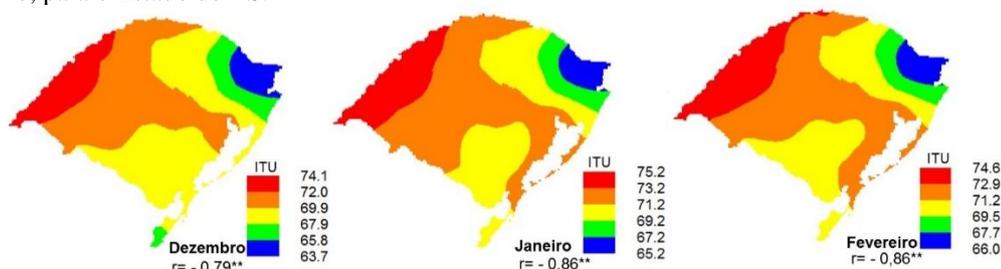


Figura 2. Mapas temáticos do zoneamento bioclimático para bovinos de leite, calculado com base no índice de temperatura e umidade (ITU) referente aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, para o Estado do Rio Grande do Sul. r: coeficiente de correlação de Pearson entre ITU e altitude; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Dentre os modelos avaliados (gaussiano, esférico e exponencial), o modelo esférico foi o que melhor ajustou à semivariância experimental observada para o ITU. O ITU apresentou dependência espacial com correlação significativa negativa entre os valores de altitude, indicando que, locais de maior altitude apresentam menores valores de ITU. O ITU é superior a 72, chegando ao valor máximo de 75,2, em uma pequena faixa de municípios situados na região sudeste, com altitude de até 100 m (Figura 1). Portanto, as regiões mais produtoras de leite do Estado, norte e nordeste (IBGE, 2011), são pouco afetadas pelo estresse climático. Gantner et al (2011) em estudo realizado na Croácia, verificou que o ITU superior a 72, influenciou ( $P < 0,01$ ) sobre o conteúdo diário de gordura e proteínas do leite, em todas as regiões analisadas.

A espacialização do ITU nas diferentes regiões do Estado do RS, serve como indicativo para caracterizar o conforto térmico das vacas leiteiras. Todavia, justificam-se novos estudos, mais regionalizados, especialmente nos locais de menor latitude em que os valores de ITU são maiores, utilizando valores diários de temperatura e umidade relativa (máximos e mínimos), para a análise do conforto térmico dos animais e para a recomendação de medidas de condicionamento térmico.

### Conclusões

O Índice de Temperatura e Umidade foi superior a 70 (alerta) em dezoito municípios dos vinte e sete avaliados, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, apresentando dependência espacial explicada pelo modelo esférico e correlação negativa significativa com a altitude.

A espacialização do Índice de Temperatura e Umidade nas diferentes regiões, pode ser usada como um indicativo para caracterizar o conforto térmico das vacas leiteiras no Estado do Rio Grande do Sul, servindo como base para estudos mais específicos que indiquem práticas de acondicionamento térmico animal.

### Referências

Baêta, F.C; Souza, C. (2012). *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. Viçosa. Minas Gerais.

Buffington, D.E. et al. (1982). Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transaction of the ASAE, St. Joseph*, v. 24, n. 3, p. 711-714.

Gantner, V; Mijić, P. et al. (2011). Daily production of dairy cattle, *Mljekarstvo*. 61 (1), 56-63.

Herbut, P; Angrecka, S., (2012). Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn. *Animal Science Papers and Reports*. vol. 30 no. 4, 363-372.

IBGE (2011). *Pesquisa Pecuária Municipal*. Publicado na página web: [http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/conteudo.asp?cod\\_menu\\_filho=819&cod\\_menu=817&tipo\\_menu=ECONoMIA&cod\\_conteudo=1584](http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu_filho=819&cod_menu=817&tipo_menu=ECONoMIA&cod_conteudo=1584). Acesso em 10 de dezembro de 2016.

Klosowski, E. S; Campos, A. T et al., (2002). Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.10, n.2, p.283-288.

Pires, M. F. A; Campos, A. T. (2004). Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. Publicado na página web: [http://www.cnpqgl.embrapa.br/totem/conteudo/Meio\\_ambiente\\_e\\_bem\\_estar\\_animal/Comunicado\\_Tecnico/COT42\\_Modificacoes\\_ambientais\\_para\\_reduzir\\_o\\_estresse\\_calorico\\_em\\_gado\\_de\\_leite.pdf](http://www.cnpqgl.embrapa.br/totem/conteudo/Meio_ambiente_e_bem_estar_animal/Comunicado_Tecnico/COT42_Modificacoes_ambientais_para_reduzir_o_estresse_calorico_em_gado_de_leite.pdf). Acesso em 10 de dezembro de 2016.

Souza, B. B; Silva, I. J. O. (2008). Mudanças climáticas: A escolha cetra da raça e do sistema de criação garante o aumento na produção leiteira. *Radars Técnicos, MilkPoint*. Publicado na página web: < <http://www.milkpoint.com.br/WnoticiaID=49720&acta=70&areaID=61&SeçãoID=186>>. Acesso em 10 de dezembro de 2016.

Turco, S. H. N; Silva, T. G. F et al. (2006). Zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no Estado da Bahia. *Revista de Engenharia Agrícola*, v.26, n.1, p.20-27, 2006.