

Zoneamento bioclimático do estado do Rio Grande do Sul para o conforto térmico de animais e do trabalhador rural

Bioclimatic mapping of Rio Grande do Sul state for animal and human thermal comfort

Zanandra Boff de Oliveira¹(*)
Eduardo Leonel Bottega²
Clarissa Moraes da Silva³
Larrissa Ribeiro Rodrigues⁴
Alberto Eduardo Knies⁵

Resumo

O presente estudo teve como objetivo realizar o zoneamento bioclimático do estado do Rio Grande do Sul, a partir do índice de umidade e temperatura (ITU), para o conforto térmico de animais e do trabalhador rural. O estudo foi realizado para 27 municípios do estado. Os dados meteorológicos necessários para o cálculo do ITU foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia, referentes ao período compreendido entre 1961 e 1990. Foram utilizados os dados de temperatura máxima do ar (Tar max), temperatura mínima do ar (Tar min), umidade relativa máxima (UR max), umidade relativa mínima (UR min), temperatura média compensada (TMC) e umidade relativa compensada (URC). O ITU foi calculado em três situações: (i) ITU máximo (ITU max); (ii) ITU mínimo (ITU min); (iii) ITU médio (ITU med). A análise geoestatística e confecção dos mapas temáticos foram realizadas utilizando o programa computacional GS+, versão 9. Os resultados do ITU max, obtidos para o estado do RS, indicaram condições ambientais muito quentes a extremamente quentes, no período primavera/verão, com maior severidade nas regiões de menor altitude, podendo trazer consequências graves à saúde do trabalhador rural e condição de perigo para os animais.

Palavras – chaves: Índice de Temperatura e Umidade; Geoestatística; Ambiência.

- 1 Dra.; Engenheira Agrícola.; Atuou como professora da EBTT no Instituto Federal Farroupilha; Universidade Federal de Santa Maria. Avenida Presidente Vargas. Cachoeira do Sul, RS - Brasil. CEP: 96.506-302; E-mail: zanandrabofoff@gmail.com (*) Autora para correspondência.
- 2 Dr.; Engenheiro Agrícola; Professor Adjunto no curso de Engenharia Agrícola; Universidade Federal de Santa Maria, UFSM - Campus de Cachoeira do Sul. Rua Ernesto Barros, 1345. Cachoeira do Sul, RS - Brasil Santo Antônio. CEP: 96.506-322 - E-mail: bottega.elb@gmail.com
- 3 Graduanda em Engenharia Agrícola; Estudante; Universidade Federal de Santa Maria, Brasil; E-mail: clarissamoraes37@outlook.com
- 4 Graduanda em Engenharia Agrícola; Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Presidente Vargas, Cachoeira do Sul, RS - Brasil. CEP: 96508006 E-mail: larrissarodrigues@hotmail.com
- 5 Dr.; Engenheiro Agrícola; Atuou como professor substituto na UFSM, Engenheiro Agrônomo, Técnico Administrativo em Educação, da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), professor da Universidade de Santa Cruz do Sul; Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade em Cachoeira do Sul. Rua Sete de Setembro - Cachoeira do Sul, RS - Brasil . 96.508-010 E-mail: albertoek@gmail.com

Abstract

The present study had as objective bioclimatic mapping of *Rio Grande do Sul* state, based on the moisture and temperature index (ITU), for animal and human thermal comfort. The study was carried out for 27 municipalities in the state. The meteorological data needed to calculate the ITU were obtained from the website of the National Institute of Meteorology, from 1961 to 1990. The data for maximum air temperature (Tar max), maximum relative humidity (RH max), minimum relative humidity (RH min), mean compensated temperature (TMC) and compensated relative humidity (RHC). The ITU was calculated in three situations: i) ITU maximum (ITU max); ii) ITU minimum (ITU min); (iii) mean ITU (ITU med). The geostatistical analysis and thematic mapping are performed using the GS + software, version 9. The results of the ITU can be obtained for the state of the RS, in the regions of lower altitude, which can have serious consequences for the health of the rural worker and animals.

Keywords: Temperature and Humidity Index; Geostatistics; Ambience.

Introdução

O clima é um dos principais fatores que afetam a produção animal, sendo de fundamental importância o seu conhecimento para o projeto de instalações e de sistemas de modificação ambiental para o manejo dos animais. Outrossim, está diretamente relacionado ao trabalho humano, podendo afetar os níveis de distração dos trabalhadores, o seu desempenho e sua produtividade.

O conforto térmico exprime a satisfação com o ambiente térmico. São vários fatores que o influenciam, entre eles, os aspectos físicos relacionados aos processos de trocas de calor (condução, convecção, radiação e evaporação) e o efeito das variáveis meteorológicas, responsáveis por uma maior ou menor sensação de conforto térmico (PAGNOSSIN et al, 2001). O ambiente térmico engloba os efeitos da radiação solar, temperatura do ar (Tar), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (v) (FALCO, 1997; BAËTA; SOUZA, 1997), sendo a combinação Tar com a UR, a principal condicionante para conforto térmico, pois comprometem a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor (TINÔCO, 2001; OLIVEIRA et al., 2006).

A zona de conforto térmico é aquela faixa de temperatura ambiente dentro da qual o animal homeotermo praticamente não utiliza seu sistema termorregulador, sendo mínimo o gasto de energia para manutenção, ocorrendo a maior eficiência produtiva (BAËTA; SOUZA, 1997; SILVA, 2000). As faixas de Tar de conforto, para frangos de corte em diferentes idades variam de 20 a 35° C (ABREU; ABREU, 2002; SILVA, 2007; ABREU; ABREU, 2011). Para vacas de leite, segundo Martello (2004), para o período de lactação, os limites ideais, de temperatura ficam em torno de 4 a 24°C. De acordo com Broucek (2009), a temperatura máxima crítica fica entre 24-27 °C. Para suínos, a temperatura da zona de conforto térmico da fêmea lactante corresponde a 16 e 22°C, enquanto que a do leitão neonato é entre 32 e 34°C (BORTOLOZZO et al., 2011). De acordo com Baêta; Souza (1997), a zona de conforto térmico para ovinos está entre 25 e 30 °C e para caprinos entre 20 e 30 °C.

Para seres humanos, as variáveis de maior influência no conforto térmico podem ser reunidas em dois grandes grupos: as de natureza ambiental e as de natureza pessoal. As de natureza ambiental são: Tar, UR, v e temperatura média radiante (Tmar). Enquanto que, as de natureza

pessoal são: tipos de vestimenta (representada pelo seu isolamento térmico); tipos de atividade física executada (representada pelo metabolismo) (RUAS, 1999).

O principal índice utilizado para prever o desconforto e conforto dos animais em determinadas condições ambientais é o índice de temperatura e umidade (ITU), sendo calculado a partir dos efeitos combinados da Tar e da UR (INGRAHAM et al. 1979; BUFFINGTON et al. 1982; GAUGHAN et al. 2008; CAMPOS et al. 2001; KLOSOWSKI et al. 2002; TURCO et al. 2006; GANTNER et al. 2011; HERBUT; ANGRECKA 2012). Para humanos, além do próprio ITU, pode-se citar o índice de bulbo úmido termômetro de globo (ISO 7243,1989) e taxa requerida de suor (ISO 7933, 2004);

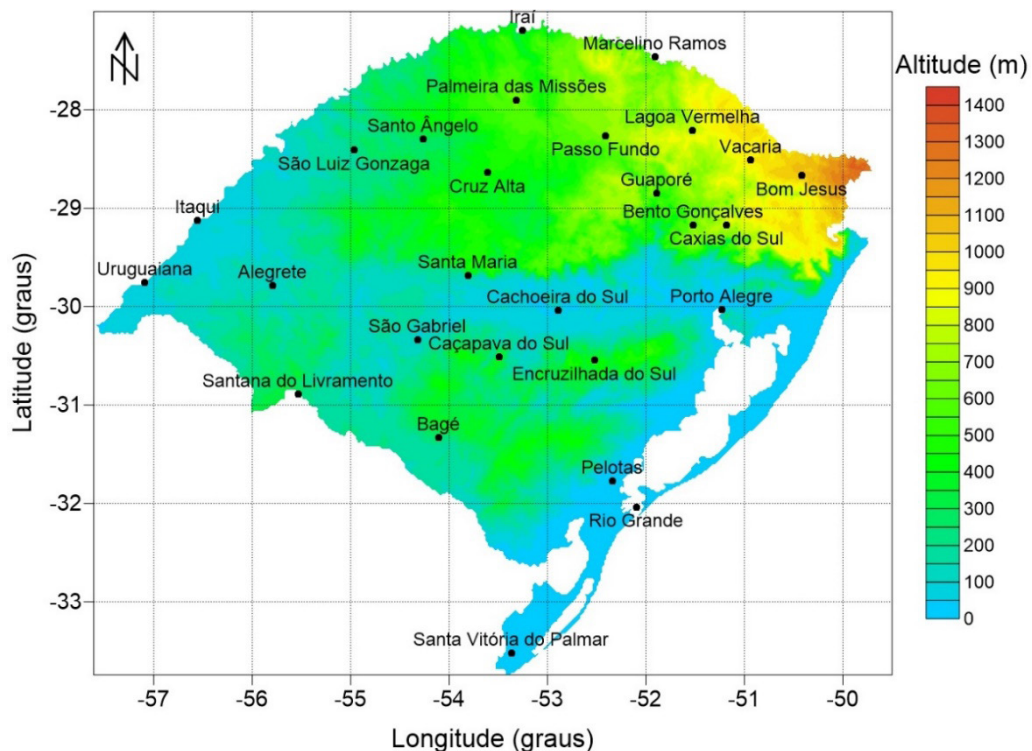
A ambiência animal tem sido bastante estudada e seus princípios têm sido postos em prática, visando a uma maior eficiência produtiva dos animais de exploração zootecnia, bem notável na criação de aves, suínos e bovinos de leite. Todavia, no que tange ao conforto térmico de trabalhadores rurais, embora se conheçam os malefícios do estresse térmico para a saúde e rendimento de trabalho, são poucas as ações no sentido de amenizar tal situação.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo realizar o zoneamento bioclimático do estado do Rio Grande do Sul, a partir do índice de umidade e temperatura (ITU), para o conforto térmico de animais e do trabalhador rural, com vistas a estabelecer parâmetros técnicos que auxiliem ao condicionamento térmico.

Material e Métodos

O estudo foi realizado para vinte e sete municípios do estado do RS, localizados em diferentes regiões. Na figura 1, é apresentado o mapa de localização dos municípios utilizados para o estudo.

Figura 1 – Mapa do estado do Rio Grande do Sul e localização geográfica dos municípios estudados



Fonte: os autores.

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 máxima do ar (Tar max), temperatura mínima do ar (Tar min), umidade relativa do ar máxima (UR max), umidade relativa mínima do ar (UR min), 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} = temperaturas observadas nos respectivos horários 12, 18 e 24 UTC (%).

O ITU foi calculado em três situações: (i) ITU máximo (ITU max): calculado a partir da Tar max e da UR max; (ii) ITU mínimo (ITU min) calculado a partir da Tar min e da UR min; (iii) ITU médio (ITU med) calculado a partir da TMC e URC. Ambos, calculados a partir da Equação 3, proposta por Buffington et al. (1982):

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

Onde:

ITU = índice de temperatura e umidade, adimensional;

Tar = temperatura de bulbo seco, °C;

UR = umidade relativa do ar, %.

Após o cálculo do ITU, foram definidas as zonas de conforto e desconforto térmico para os animais e para os trabalhadores rurais, de acordo os intervalos de ITU considerados conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Zonas de conforto e desconforto térmico para trabalhadores rurais e para animais

Parâmetros de conforto e desconforto térmico	Zonas de conforto e desconforto térmico
ITU < 74	Conforto térmico adequado.
ITU ≤ 74 < 79	Ambiente quente, no qual se inicia o desconforto térmico. Condições ambientais muito quentes, indicando perigo e podendo trazer consequências graves à saúde do trabalhador rural; implica condição de perigo para os animais, indicando aos produtores a necessidade de tomarem precauções para evitar perdas na produção.
ITU ≤ 79 < 84	Indica condição extremamente quente, com risco muito grave à saúde do trabalhador rural; indica situação de emergência, sendo necessário que providências urgentes sejam tomadas para evitar a perda do plantel.
ITU ≥ 84	

Adaptado de Souza et al. (2010).

A variabilidade espacial do ITU foi analisada por meio de técnicas geoestatísticas. A dependência espacial foi avaliada pelo ajuste de variogramas, pressupondo a estacionaridade da hipótese intrínseca, definida pela Equação 4.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_{i+h})]^2 \quad (4)$$

Onde:

$\hat{\gamma}(h)$ = Semivariância em função da distância de separação (h) entre pares de pontos;

h = Distância de separação entre pares de pontos, m;

N (h) = Número de pares experimentais de observações $Z(x_i)$ e $Z(x_{i+h})$ separados por uma distância h.

Foram testados 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, utilizaram-se 16 vizinhos próximos, em um raio de busca equivalente ao alcance do variograma. Grego; Vieira (2005) ressaltam que as construções de mapas com os valores obtidos por meio de krigagem são importantes para a verificação e interpretação da variabilidade espacial. Bottega et al. (2013), destacam que a análise geoestatística dos dados é completada com as informações mostradas nos mapas, que são úteis nas tomadas de decisões.

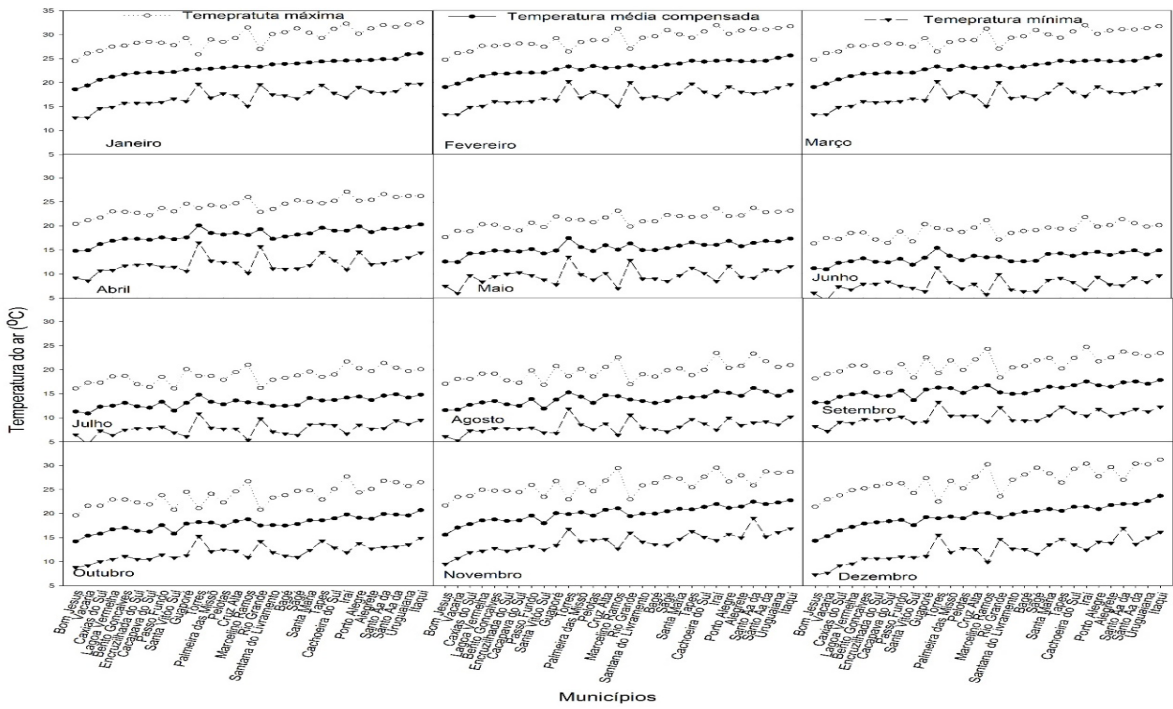
A análise geoestatística e confecção dos mapas temáticos foram realizadas utilizando o programa computacional GS+, versão 9.

Resultados e Discussão

Os valores de Tar e de UR, observados para os diferentes municípios, nos diferentes meses do ano, estão apresentados nas figuras 2 e 3, respectivamente.

A Tar (Figura 2) segue um padrão em função da altitude do local, sendo os menores valores em altitudes mais elevadas, como é o caso dos municípios localizados nas mesorregiões Noroeste e Nordeste (Figura 1) e os maiores valores, observados em locais de menor altitude, como é o caso dos municípios localizados nas mesorregiões Centro Oriental e Sudoeste (Figura 1). Cargnelutti Filho et al. (2006) concluíram que, para o estado do Rio Grande do Sul, a altitude exerce maior influência que a latitude na temperatura média decendial do ar. Todavia, existem outros fatores climáticos que influenciam na Tar e UR, além da altitude, como é o caso da continentalidade ou maritimidade, que predomina nos municípios de Porto Alegre, Pelotas, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar (Figura 1), amenizando a Tar (Figura 2) e elevando a UR (Figura 3).

Figura 2 – Temperatura do ar: mínima, máxima e média compensada, observadas no período de 1961 a 1990, para os diferentes meses do ano, em diferentes municípios do estado do Rio Grande do Sul

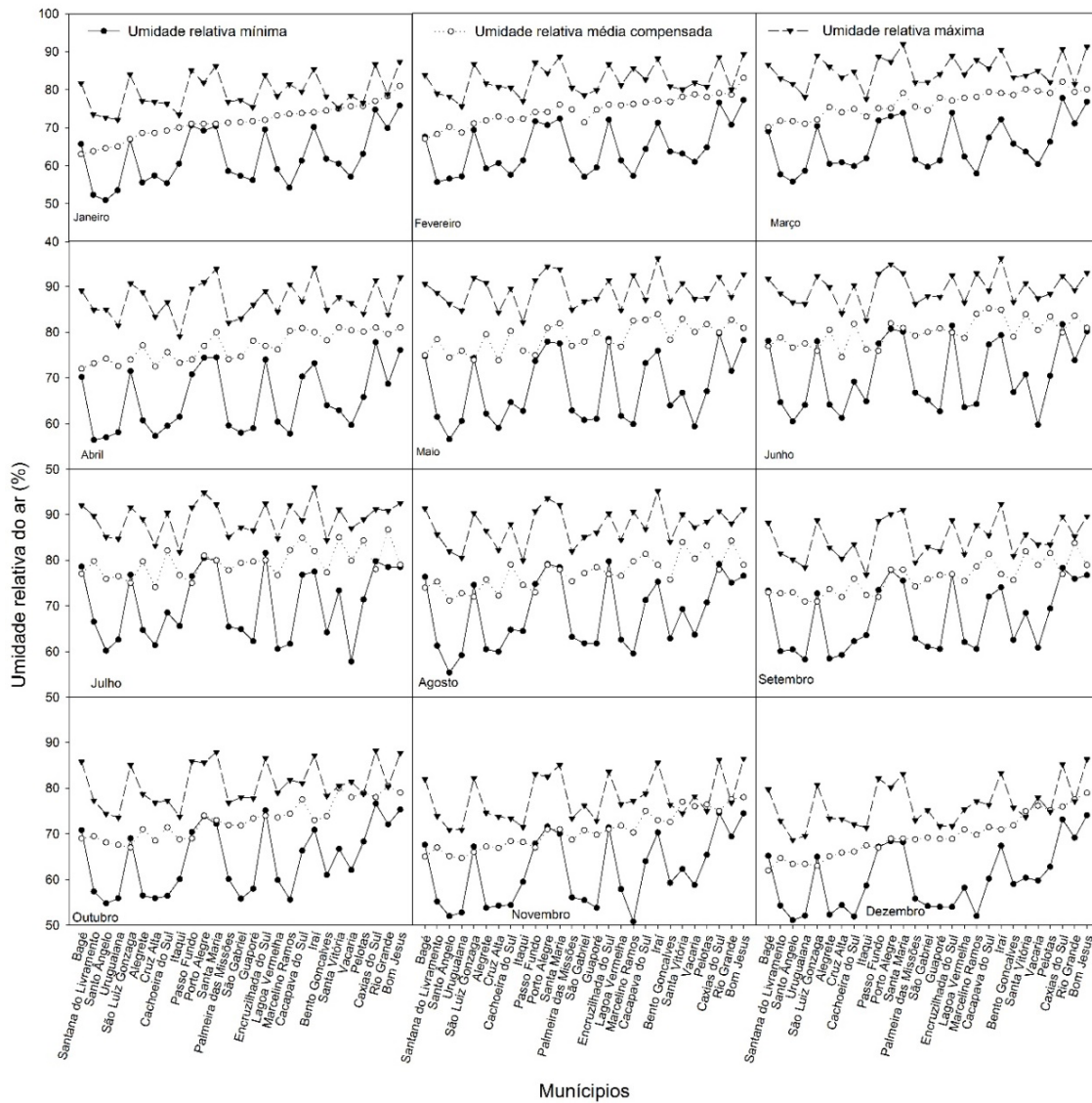


Fonte: os autores.

Na figura 4, pode-se observar o efeito da Tar e a UR integrados no ITU, para os diferentes municípios do RS, nos diferentes meses do ano.

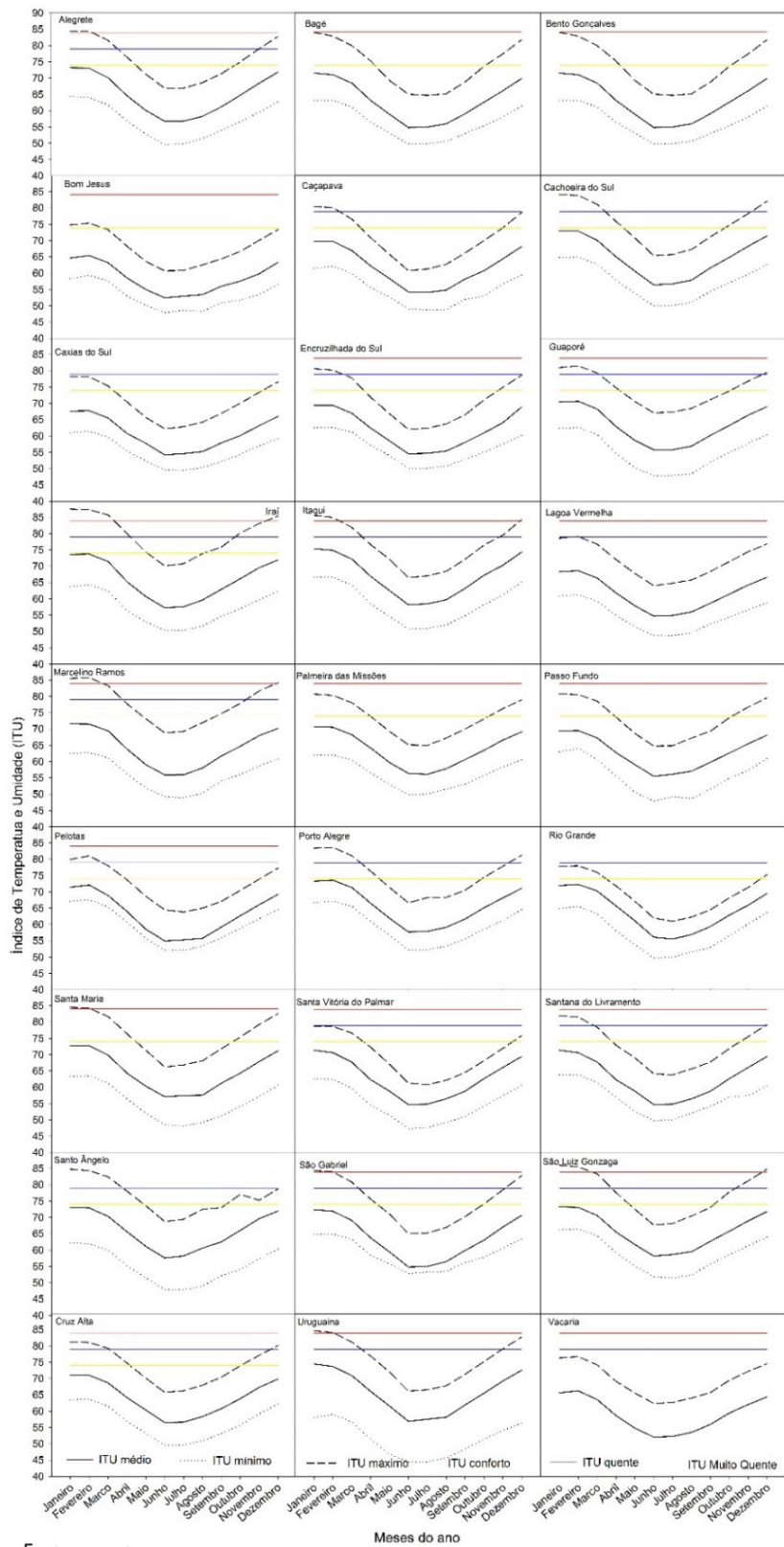
As discussões sobre o ITU serão pautadas no ITU med e max, pois o ITU min ficou na zona de conforto para todas as regiões do estado, em todos os meses do ano, conforme valores de referência (Tabela 1). O ITU med foi maior que 74 (no qual se inicia o desconforto térmico), apenas nos municípios de Itaqui e Uruguaiana. Em Itaqui, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e, em Uruguaiana, em janeiro (Figura 4). Justamente, por serem estes os dois municípios que apresentaram os maiores valores de TMC do estado (Figura 2).

Figura 3 – Umidade relativa do ar: mínima, máxima e média compensada, observadas no período de 1961 a 1990, para os diferentes meses do ano, em diferentes municípios do estado do Rio Grande do Sul



Fonte: os autores.

Figura 4 – Índice de Temperatura e Umidade: máximo, mínimo, médio, de conforto e de desconforto, para o estado do Rio Grande do Sul, nos diferentes meses do ano



Fonte: os autores.

Nos meses de abril, setembro e outubro, o ITU max indicou estresse térmico em 50% dos municípios avaliados, prevalecendo em locais com altitude de até 600 m (Figura 1). Enquanto que, no mês de novembro, o estresse térmico foi observado em 74% dos municípios avaliados, prevalecendo em locais com altitude de até 800 m (Figura 1). Nos demais meses do ano (maio, junho, julho e agosto), o ITU (max e med) permanece na zona de conforto térmico, de acordo com a tabela 1. Cabe ressaltar que existem estudos específicos avaliando situações de estresse por frio, como é o caso das aves, indicando a necessidade de aquecimento do ambiente dependendo das condições climáticas locais e da semana de vida dos animais (ABREU; ABREU, 2002; SILVA, 2007; ABREU; ABREU, 2011), mas não é o caso de detalhamento deste trabalho.

As figuras 5 e 6 apresentam os mapas temáticos do zoneamento bioclimático, elaborados a partir do ITU med e max, respectivamente, para o conforto térmico de animais e do trabalhador rural no estado do RS, para os meses e que o estresse térmico por calor foi detectado.

Figura 5 – Mapas temáticos do zoneamento bioclimático para o conforto térmico de animais e do trabalhador rural, calculado com base no índice de temperatura e umidade (ITU), para o estado do Rio Grande do Sul

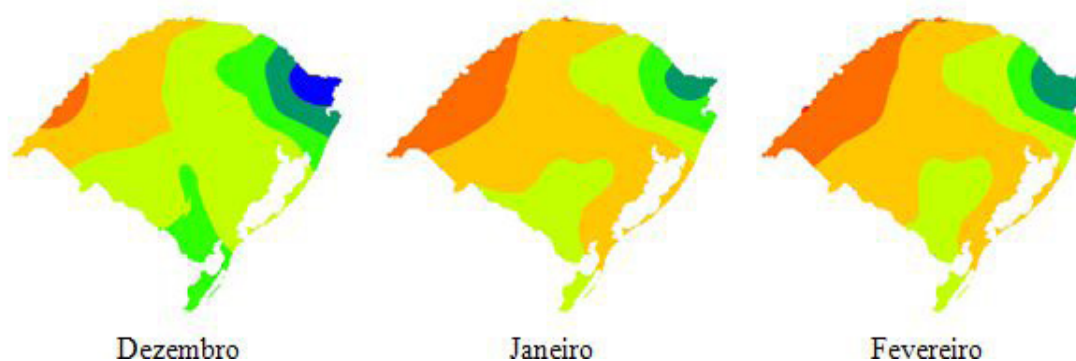
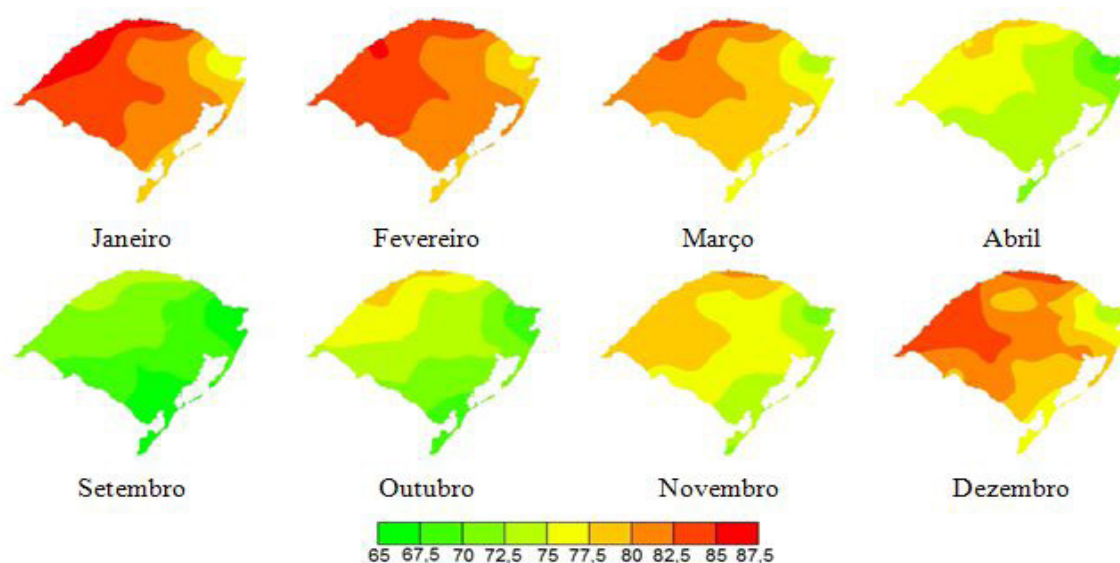


Figura 6 – Mapas temáticos do zoneamento bioclimático para o conforto térmico de animais e do trabalhador rural, calculado com base no índice de temperatura e umidade (ITU) máximo, para o estado do Rio Grande do Sul



O modelo esférico foi o que melhor ajustou à semivariância experimental observada para o ITU med e max. Os locais de maior altitude apresentam menores valores de ITU, seguindo a mesma tendência da Tar (Figura 2).

Nos meses de verão, o ITU max (Figura 6) é superior a 79 (muito quente) para locais com altitude de até 800 m (Figura 1), indicando perigo e podendo trazer consequências graves à saúde do trabalhador rural e condição de perigo para os animais. Nessa situação, modificações ambientais para acondicionamento térmico devem ser adotadas.

Os valores de ITU max, observados nos meses de verão (Figura 6), são prejudiciais à exploração de animais de interesse zootécnico. Nessas condições, é inviável a criação de frangos de corte da 2ª a 6ª semana de vida, conforme os valores de ITU de referência propostos por Abreu; Abreu (2011); Silva (2007), a menos que sejam adotadas alternativas para resfriamento do ambiente. Para vacas de leite, de acordo com Silva Junior (2001), ITU superior a 72, é considerado como alerta e acima de 82, é considerado como emergência, situação em que ocorre uma redução na produtividade, com baixas taxas de concepção e atraso no crescimento de animais de reposição, ocasionando perdas econômicas significativas para o produtor (PIRES; CAMPOS, 2004; BILBY et al. 2009). Segundo Silva (1999), para locais com ITU superior a 70, a produção de suínos somente é possível com a utilização de modificações no ambiente produtivo. De acordo com Mendes et al. (2014), para ovinos da raça Dorper, ambientes com ITU acima de 72,8 ocasionariam movimentos respiratórios acima da média obtida para a raça, enquanto que, em condições ambientais com valores de ITU acima de 79,5, os animais se tornariam hipertérmicos.

No caso da exploração zootécnica dos animais citados: aves, bovinos de leite, suínos e ovinos, cabe aos produtores a adequação das instalações às condições de conforto térmico. Nesse sentido, algumas medidas podem ser úteis, tais como: utilização de materiais isolantes para a cobertura, instalações mais abertas, orientação correta, pé direito alto, privilegiando a ventilação natural e, se insuficientes, técnicas artificiais para resfriamento (ventilação, nebulização e exaustão) devem ser utilizadas.

Além disso, os maiores riscos de desconforto térmico dos trabalhadores rurais, nos meses de primavera/verão (Figuras 5 e 6), têm implicação direta nas atividades do setor agropecuário do estado do RS. Um dos exemplos, é o trabalho realizado na cultura da soja, em que o estado é o terceiro maior produtor do Brasil (CONAB, 2016). São inúmeras as operações para implantação e manejo da cultura realizadas no período de dezembro, janeiro e fevereiro. Ainda que o trabalhador rural utilize máquinas e implementos agrícolas para a execução das operações agrícolas, de acordo com Sousa (2014), a grande maioria dos tratores no Brasil não dispõem de cabines climatizadas.

Sousa (2014) avaliou o conforto térmico e ergonômico do operador em tratores agrícolas, com e sem capota, na atividade de preparo de solo, durante o verão brasileiro nos períodos matutinos, vespertinos e noturnos e observou que a sensação térmica (calculada através da Tar e da UR) resultou em desconforto em todas as condições trabalhadas. Para Santos et al. (2004), as atividades realizadas pelos operadores de tratores agrícolas sem cabine são insalubres, em função do calor sofrido, além de serem executadas a céu aberto; constatou-se, ainda, aumento da temperatura devido ao aquecimento proveniente do motor da máquina.

Outro exemplo, é com a cultura do tabaco, com expressiva área cultivada nas regiões Centro Oriental e Ocidental, Sudeste e Noroeste do estado do RS (SILVEIRA et al., 2012). A colheita é concentrada, principalmente, em dezembro e janeiro e realizada, praticamente, em sua totalidade, de forma manual. Para a colheita, o trabalhador tem acesso ao equipamento de proteção individual (EPI). As roupas impermeáveis são fornecidas pela indústria fumageira, visando à proteção à doença da folha verde e outros agravos à saúde (RIQUINHO; HENNINGTON, 2014; ALMEIDA; VEIGA, 2010). A roupa, que se assemelha a uma capa de chuva, é quase uma lenda entre os produtores, já que o calor intenso na lavoura e no paiol tornam seu uso impraticável. A utilização de EPI's por um trabalhador influencia a forma como se dá a termorregulação corporal, pois, o equilíbrio térmico é alterado pela dificuldade da perda de calor por convecção, radiação e evaporação (ALMEIDA; VEIGA, 2010). Portanto, de acordo com Almeida; Veiga (2010), a concepção atual dos EPI's não leva em consideração as necessidades reais de proteção do trabalhador, sendo necessárias adequações que considerem o meio ambiente da localidade onde ocorre o processo de trabalho.

De acordo com o exposto, os trabalhadores rurais que executam diversas atividades agropecuárias, aqui citados apenas dois exemplos (soja e tabaco), ficam expostos à situação de estresse térmico por calor, no período de primavera/verão, mais acentuado no período de verão. Conforme ilustra a figura 6, o ITU max (dezembro, janeiro e fevereiro) permanece acima de 80, nas regiões Centro Oriental e Ocidental e Sudeste, podendo a chegar até a 87, na região Noroeste, situação que pode trazer consequências graves a saúde do trabalhador.

De acordo com Camargo; Furlan (2011), as reações do corpo à exposição a altas ou baixas temperaturas começam com desconforto, irritabilidade e baixa concentração na atividade realizada. Com aumento da temperatura, é necessário transportar cada vez mais sangue para a pele, o que causa aumento da fadiga, elevação da frequência cardíaca e da pressão sanguínea, diminuição da atividade dos órgãos de digestão, aumento massivo da irrigação sanguínea periférica e da produção de suor (ARALDI, 2004). Próximo ao limite tolerável acentua-se a queda de produção, erros de percepção e raciocínio, desequilíbrio, perturbação no coração e circulação, forte fadiga e ameaça de esgotamento (GARDEJEAN, 1998). O mecanismo utilizado pelo corpo para regular a temperatura do corpo é a transpiração, mas quando a transpiração já não é mais suficiente para regular essa temperatura, pode ocorrer uma série de distúrbios, como:

exaustão térmica, câimbras por calor, insolação ou síncope por calor (CAMARGO; FURLAN, 2011; ALMEIDA; VEIGA, 2010).

Sendo assim, medidas que mitigam o estresse térmico dos trabalhadores rurais devem ser adotadas, como por exemplo, concentrar o trabalho em horário com temperaturas mais amenas, optar por tratores, mesmo que de baixa potência, com cabine climatizada. Além disso, são de fundamental importância estudos para o desenvolvimento de materiais e tecnologias que possam ser aplicadas para a melhoria no conforto térmico no uso de EPI's, e sobretudo, que sejam acessíveis ao poder aquisitivo dos trabalhadores rurais dentro das diversas categorias.

Conclusões

O zoneamento bioclimático do estado do Rio Grande do Sul, para o conforto térmico de animais e do trabalhador rural, indica condições ambientais muito quentes a extremamente quentes, no período primavera/verão, com maior severidade nas regiões de menor altitude, podendo trazer consequências graves à saúde do trabalhador rural e condição de perigo para os animais.

Recomenda-se a adequação das instalações zootécnicas às condições de conforto térmico dos animais no período primavera/verão. Para os trabalhadores rurais, medidas que mitigam o estresse térmico devem ser adotadas, para que a saúde do trabalhador e o rendimento de trabalho sejam assegurados.

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). Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/901939/1/osdesafiosdaambienciasobreossistemas.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **Diagnóstico Bioclimático para o Estado do Paraná**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 13p. 2002. (Comunicado Técnico, 320). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/961554/1/DCOT320.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2017.

ALMEIDA, R. A. C. S. DE; VEIGA, M. M. Processo de trabalho rural e EPI'S: discussão sobre termorregulação corporal. **Revista P&D em Engenharia de Produção**. v.08, n.02, p.29-39, 2010. Disponível em: <http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V08N02/v8n2_artigo_02.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2017.

ARALDI, D. B. **Análise das questões ergonômicas, qualidade de vida no trabalho e diagnóstico sócio-econômico que importam aos trabalhadores de uma empresa rural na formação de lavouras de arroz irrigado: um estudo de caso.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4710/000459139.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

BAËTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais** - conforto animal. Viçosa: UFV, 1997, 246p.

BILBY, T. R.; TATCHER, W. W.; HANSEN, P. J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico, 2009. **Anais..** Uberlândia, MG, 2009.

BORTOLOZZO, F. P.; KUMMER, A. B. H. P.; LESSKIU, P. E.; WENTZ, I. Estratégias de redução do catabolismo lactacional manejando a ambiência na maternidade, 2011, **Anais eletrônicos..** Porto Alegre, RS, Disponível em: <http://suinotec.com.br/arquivos_artigos/Bortolozzo_2010_Estrategias_de_reducao_do_catabolismo_lactacional_manejando.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BOTTEGA, E. L.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; SOUZA, C. M. A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 1-9, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v44n1/a01v44n1.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BROUCEK, J.; KISAC, P.; UHRINCAT, M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International Journal of Biometeorology**, v.15, p.201- 208, 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s00484-008-0204-1>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shede management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 16p. (1982 PAPER 82-4061).

CAMARGO, M. G; FURLAN, M. M. D. P. Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício, extremos de temperatura e. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 278-288, maio/ago. 2011. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/viewFile/1723/1286>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

CAMPOS, A. T. DE; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS, D. S. Prognóstico de declínio na produção de leite em função do clima para a região de Goiânia, GO. **Anais...**, Piracicaba, SP, 2001.

CARGNELUTTI FILHO, A; MALUF, J. R T; MATZENAUER, R; STOLZ, Á. P. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decendial do ar no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 893-901, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000600001>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

CONAB. **Levantamentos de Safra**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 17 de fev. 2017.

FALCO, J. E. **Bioclimatologia animal**. Lavras: UFLA, 1997. 57 p.

GANTNER, V.; MIJIĆ, P.; KUTEROVAC, K.; SOLIĆ, D.; GANTNER, R. Temperature humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. **Mljekarstvo**, v.61, n.1, pg. 56-63, 2011. Disponível em: <https://bib.irb.hr/datoteka/510242.Mljekarstvo_15_3_2011_056_063.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2017.

GAUGHAN, J. B.; MADER, T. L.; HOLT, S. M.; LISLE, A. A new heat load index for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v. 86, p.226-234, 2008. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1623&context=animalscifacpub>>. Acesso em: 10 fev 2017.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia. Adaptando o trabalho ao homem**. 4.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 02, p. 169-177, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v29n2/24153.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

HERBUT, P; ANGRECKA S. Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat. **Animal Science Papers and Reports**, n.30, p.363-372, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278329888_Forming_of_temperature-humidity_index_THI_and_milk_production_of_cows_in_the_free-stall_barn_during_the_period_of_summer_heat>. Acesso em: 17 fev. 2017.

INGRAHAM, R.H.; STANLEY, R.W.; WAGNER, W.C. Seasonal effects of tropical climate on shaded and non-shaded cows as measured by rectal temperature, adrenal cortex hormones, thyroid hormone, and milk production. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.40, p.1792-7, 1979.

INGRAHAM, R.H.; STANLEY, R.W.; WAGNER, W.C. Seasonal effects of tropical climate on shaded and non-shaded cows as measured by rectal temperature, adrenal cortex hormones, thyroid hormone, and milk production. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.40, p.1792-7, 1979.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Hot environments - Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)**, ISO 7243, Genebra, 1989.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Hot environments - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate**, ISO 7933, Genebra, 2004.

KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T.; GASPARINO, E. 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, 2002. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/agrometeorologia/leiamais.pdf>>. Acesso em: 10 fev 2017.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; LUZ, S.; et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, p.181-191, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n1/a22v33n1.pdf>>. Acesso em: 13 fev 2017.

MENDES, A. M. P.; AZEVEDO, M.; LOPES, P. M. O.; MOURA, G. B. A. Zoneamento bioclimático para a raça ovina Dorper no Estado de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.12, p.986-993, dez. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014001200009>>. Acesso em 10 fev 2017.

OLIVEIRA, R. M; DONZELE, J. L.; ABREU DE, M. L.T.; FERREIRA, R. O.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.797-803, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000300023>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

PAGNOSSIN, E. M.; BURIOL, G. A.; GRACIOLLI, M. A. Influência dos elementos meteorológicos no conforto térmico humano: bases biofísicas. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciên. Biol. e da Saúde, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 149-161, 2001.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**, EMBRAPA, Juiz de Fora, MG, p. 1-6. Dez 2004. (Comunicado técnico, 42).

RIQUINHO, D. L; HENNINGTON, E. A. Cultivo do tabaco no sul do Brasil: doença da folha verde e outros agravos à saúde. **Ciência saúde coletiva [online]**. v.19, n.12, p.4797-4808, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v19n12/1413-8123-csc-19-12-04797.pdf>>. Acesso em: 12 fev 2017.

RUAS, Á. C. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.

SANTOS, J. E. G.; SANTOS FILHO, A. G.; BÓRMIO, M. F. Conforto térmico: uma avaliação em tratores agrícolas sem cabines. **Anais... XI Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)**, 08 a 10 de novembro, 2004.

SILVA, E. T. Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves para a Mesoregião do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense. **Revista Acadêmica**, v.5, n.4, p.385-390, 2007. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/academica?dd99=pdf&dd1=1875>>. Acesso em: 5 de fev. 2017.

SILVA JÚNIOR, J. L. C. **Zoneamento da região sudeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade, para o gado leiteiro**. Universidade Federal de Viçosa. Tese. Programa de Pós – Graduação Meteorologia Agrícola. 73p. 2001.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e a sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1403-1411, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v28n6/a31v28n6.pdf>>. Acesso em: 14 fev 2017.

SILVEIRA, R. L. L.; DORNELLES, M. FERRARI, S. Expansão da cultura do tabaco no Sul do Brasil (1996-2006): características, mudanças e persistências na produção de tabaco e nos usos do território. **Revista Bibliográfica de Geografia y Ciencias Sociales**. vol. XVII, nº 987, 2012. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-987.htm>>. Acesso em: 2 de jan. 2017.

SOUSA, R. B. C. Conforto térmico de operadores de tratores agrícolas submetidos a diferentes condições de operação de preparo de solo. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará), Ceará, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10585/1/2014_dis_rbcousa.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2017.

SOUZA, A; PAVÃO, H. G; LASTORIA, G; GABAS, S. G; CAVAZZANA, G. H; PARANHOS FILHO, A, C. Um estudo de conforto e desconforto térmico para o Mato Grosso do Sul. **REA – Revista de estudos ambientais (Online)**. v.12, n.2, p. 15-25, jul./dez. 2010. Disponível em: <<http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/viewFile/1698/1447>>. Acesso em: 10 fev 2017.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2001000100001>>. Acesso em: 1 fev. 2017.

TURCO, S. H. N.; SILVA, T. G. F. DA; SANTOS, L. F. C. DOS; RIBEIRO, P. H. B.; ARAÚJO, G. G. L.; JÚNIOR, E. V. H.; AGUIAR, M. A. Zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no estado da Bahia. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.20-27, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100003>>. Acesso em: 10 fev 2017