

ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DA ENTALPIA ESPECÍFICA DO AR PARA A PRODUÇÃO DE LEITE NO ESTADO DE SÃO PAULO

Joana Beatriz Bellas Frankin¹, Sérgio Luís de Castro Júnior¹, Karen Airosa Machado de Azevedo^{1*}, Iran José de Oliveira da Silva¹

¹ Pesquisadores NUPEA – (ESALQ-USP). Autor correspondente: joana.frankin@usp.br

RESUMO: A alta temperatura e umidade relativa do ar são fatores-chave que podem levar ao estresse térmico de bovinos leiteiros, sendo ainda mais acentuado em raças de origem europeia. O índice de entalpia específica alia as principais variáveis climatológicas a fim de determinar o grau de conforto ambiente. Objetivou-se nesse estudo propor uma metodologia para avaliar o zoneamento bioclimático para produção de leite no Estado de São Paulo utilizando o índice de entalpia específica do ar como índice de conforto. A geração dos mapas foi feita utilizando uma grade amostral de 129 cidades produtoras de leite do estado, para a geração dos mapas mensais para todo o território do estado foi realizada a interpolação utilizando o software Surfer 15®. Os resultados indicam que as condições climáticas são favoráveis para o desenvolvimento da bovinocultura leiteira no estado de São Paulo nos meses considerados mais quentes do ano. As regiões com melhor potencial para a produção de bovinos leiteiros foram: Campinas, Piracicaba, Araraquara, Bauru, Marília e Assis.

PALAVRAS-CHAVE: índices de conforto animal, geoprocessamento, conforto térmico, bovinocultura leiteira, ambiência

ABSTRACT: High ambient temperatures and relative humidity are key factors that can lead to thermal stress on dairy cattle, especially in animals of high production. The specific enthalpy index aligns these main climatological variables to determine the degree of ambient comfort. The aim of this study was to propose a methodology for the evaluation of bioclimatic zoning for milk production in the state of São Paulo using the specific enthalpy index of the air as an indicative of comfort. The generation of the maps was done using a sampling grid of 129 milk producing cities. For the generation of the monthly maps for the entire territory of the state, the interpolation was performed using Surfer 15® software. The results indicated that climatic conditions are favorable for the development of milk cattle in the state of São Paulo in much of its areas during the hottest periods of the year. The regions with the best potential to produce dairy cattle were: Campinas, Piracicaba, Araraquara, Bauru, Marília and Assis.

KEYWORDS: animal comfort indexes, geoprocessing, thermal comfort, dairy cattle, ambience

INTRODUÇÃO: A alta temperatura é um dos principais fatores influenciadores da produção de leite por vacas leiteiras, uma vez que sob condições de estresse o animal reduz significativamente sua produção. A maioria das granjas leiteiras brasileiras utilizam raças de origem europeia de alta performance. Segundo Nascimento et al. (2013), para os animais de origem taurina considera-se a zona de conforto térmico em uma faixa de temperatura entre 10 e 20° C. Quando o animal está inserido em um ambiente dentro da zona de termoneutralidade

ele não terá gastos energéticos com o sistema termorregulador, seja para gerar ou dissipar o calor, o que implica na máxima eficiência produtiva. O índice de entalpia específica do ar (h) pode ser utilizado para averiguar as condições de bem-estar dos animais de produção, uma vez que tem um largo potencial de uso e alia fatores de temperatura, umidade relativa e a pressão atmosférica com os princípios de psicometria do ar. Tavares et al. (2016) utilizou esse índice para realização de um zoneamento de todo o Brasil, porém com enfoque na produção de gado de corte. Visto que o estado de São Paulo foi responsável pela produção de 10,8% do total de leite produzido sob inspeção e é o segundo maior produtor da região sudeste (CONAB, 2016), esse trabalho teve por objetivo realizar o zoneamento bioclimático para produção de leite no estado de São Paulo dentre os meses considerados mais quentes, utilizando o índice de entalpia específica do ar como indicativo de conforto.

MATERIAL E MÉTODOS: O presente estudo foi desenvolvido no Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Para a determinação das localidades, os dados foram filtrados utilizando como base o ‘Levantamento da Produção Municipal de Leite – Perfil da Pecuária Municipal do Estado de São Paulo’ do IBGE (2015), utilizando a participação (%) de cada município na produção de leite no estado, sendo selecionados todos os municípios que apresentaram produção maior ou igual a 0,3%. Ao final da análise foram selecionados 129 municípios do estado de um total de 610 municípios produtores. A obtenção das variáveis meteorológicas nesse levantamento de dados foi pela utilização da base de dados pertencente ao projeto “Previsão de Recursos Energéticos Mundiais” (Prediction of Worldwide Energy Resource - POWER) da National Aeronautics and Space Administration – NASA. As normais climatológicas foram calculadas através dos valores de 30 anos contados a partir do último ano de dados completos, ou seja, de 1986 a 2016.

As médias mensais foram calculadas no software Microsoft Excel®. O índice de entalpia foi calculado com base nos dados mensais obtidos dos meses considerados mais quentes (janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro), sendo gerados 5 valores para cada uma das localidades, que foram agrupados para originar mapas mensais. Para uma melhor visualização e análise dos dados, os municípios foram divididos de acordo com as mesorregiões do estado de São Paulo, sendo elas definidas então pelas regiões de: Presidente Prudente, Araçatuba, São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Campinas, Piracicaba, Araraquara, Bauru, Marília, Assis, Itapetininga, Macro Metropolitana Paulista, Vale do Paraíba Paulista, Metropolitana de São Paulo e Litoral Sul Paulista. Os mapas foram gerados pelo software SURFER 15®. A interpolação dos dados foi realizada no software pelo método da Krigagem ordinária conforme demonstrado por Tavares et al. (2016). As zonas de termoneutralidade foram classificadas de acordo com os intervalos de conforto propostos por Garcia (2017), com base nesses dados, foram obtidos mapas mensais para estado de São Paulo, representando as condições de conforto para produção de leite.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores médios mensais de entalpia específica para os municípios avaliados estão apresentados na tabela 1. Utilizando a classificação proposta por Garcia (2017), nota-se que as médias dos valores permaneceram dentro da faixa de termoneutralidade, o que pode indicar que o Estado de São Paulo tem condições climáticas favoráveis ao conforto de bovinos leiteiros na grande maioria de suas regiões.

Tabela 1. Valores médios mensais de entalpia para o estado de São Paulo.

Mês	Tbs (°C)	UR (%)	Média de h (kJ.kg-1 ar seco)	Classificação (GARCIA, 2007)
Janeiro	24,26	77,17	63,614	Termoneutra
Fevereiro	24,27	76,03	63,083	Termoneutra
Março	23,63	76,38	61,128	Termoneutra
Novembro	23,92	58,645	58,645	Termoneutra
Dezembro	24,19	75,29	62,423	Termoneutra

Diante da metodologia utilizada, na figura 1 apresenta o zoneamento bioclimático para o Estado de São Paulo, para os meses de janeiro, fevereiro, março e novembro.

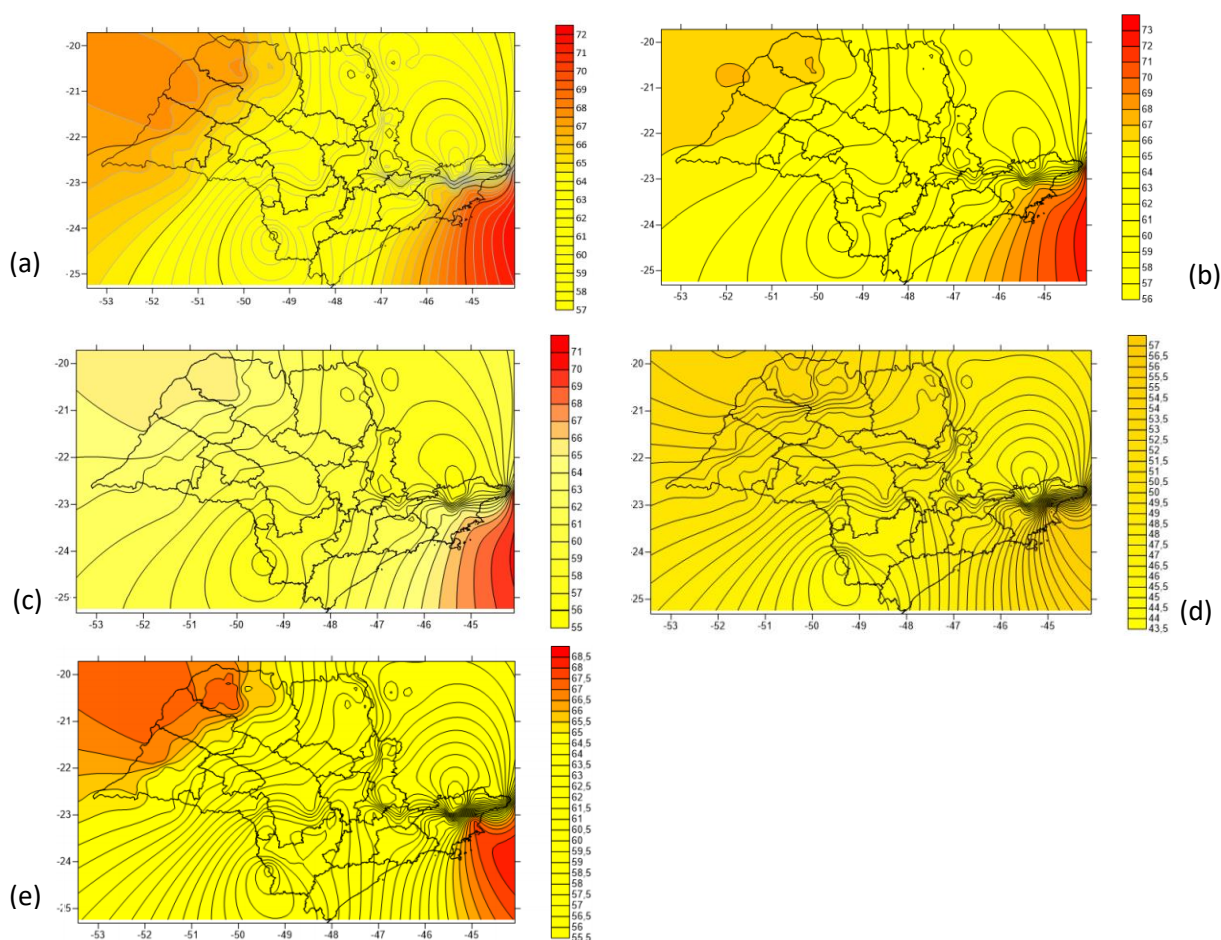


Figura 1. Zoneamento bioclimático dos meses mais quentes:(a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) novembro e (e) dezembro.

Observa-se na figura 1(a), (b) e (e) que os municípios de Presidente Prudente, Araçatuba, São José do Rio Preto, Vale do Paraíba Paulista e porção sudeste da região de Metropolitana de São Paulo apresentaram valores de entalpia específica no intervalo de zona crítica superior, o

que indica que os animais em condições ambientes poderão estar em estresse térmico. Em março observa-se predominância de valores na zona termoneutra. No mês de novembro, quase a totalidade do estado se encontra em condições de termoneutralidade ($40,5 \leq h64,7$), exceto leste da região do Vale do Paraíba Paulista, que apresenta valores elevados da variável avaliada. Logo, observa-se que as melhores mesorregiões para a produção de leite, dados os resultados obtidos por este zoneamento, foram as da porção central do estado: Campinas, Piracicaba, Araraquara, Bauru, Marília e Assis já que os valores de entalpia encontrados se mostravam na zona de termoneutralidade durante todos os meses, significando que, mantidas as condições adequadas das instalações, não se deve esperar condições de estresse por calor para esses animais nestas localidades.

CONCLUSÕES: Os resultados mostram que há condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da bovinocultura de leite no Estado de São Paulo em grande parte de sua área, até mesmo nos meses mais quentes do ano. Observou-se que as regiões com melhor potencial para a produção de bovinos leiteiros foram Campinas, Piracicaba, Araraquara, Bauru, Marília e Assis, já que essas regiões obtiveram valores de entalpia específica na zona termoneutra durante todos os meses estudados. Ainda, de acordo com os resultados e a metodologia apresentada, existem possibilidades de utilização dos mapas bioclimáticos para estabelecer as condições de conforto da produção de leite no Estado de São Paulo, e utilizar essa ferramenta para a criação de aplicativos para determinação dos dados de cada município e a classificação do mesmo em relação a bioclimatologia.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB Leite e Derivados. 2016. Disponível em: Acesso: 24.nov.2017.

GARCIA, P. R. Galpão freestall com sistema de resfriamento evaporativo e ventilação cruzada: desempenho térmico, zootécnico e o nível de bem-estar animal. Dissertação (Doutorado) – ESALQ, USP, Piracicaba, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Divisão Regional do Brasil. 2017b. Disponível em: Acesso em: 27.nov.2017.

NASCIMENTO G.V., CARDOSO E.A., BATISTA N.L., SOUZA B.B., CAMBUÍ G.B. (2013) Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. *Agropecuária Científica no Semiárido* 9:28-36.

TAVARES, G.F; CARNEVSKIS, E. L.; SCHIASSI, L.; FILHO, R.C., MIRANDA, K. O. S.; MIRANDA, J. H. Zoneamento bioclimático para bovinos de corte no Brasil com o auxílio de sistemas inteligentes. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v. 4, n. 4, p. 116-123, 2016.