

COMPORTAMENTO TÉRMICO DE SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO VIA SOLO EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE

LUIZ FABIANO PALARETTI¹, ADHEMAR PITELLI MILANI², FERNANDO AUGUSTO DE SOUZA³, EDUARDO ALVES DE ALMEIDA⁴, ALEXANDRE BARCELLOS DALRI¹

¹Eng^o Agrônomo, Doutor, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, Brazil, (0xx16) 32097273, email: apmilani@fcav.unesp.br

²Eng^o Civil, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, Brazil, (0xx16) 32097273, email: apmilani@fcav.unesp.br

³Zootecnista e Doutor. Produção Animal FCAV-Unesp Jaboticabal -SP, Brazil

⁴Eng^o Agrícola e Msc, Depto. De Engenharia Rural, FCAV / UNESP, Jaboticabal – SP, Brazil

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Na produção animal estudos de conforto térmico que buscam soluções utilizando recursos naturais e que sejam energeticamente mais eficientes são extremamente importantes e fundamentais para o desenvolvimento das construções zootécnicas no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento térmico de sistemas de climatização via solo, composto por blocos de concreto e cerâmico, em função dos gradientes horizontal e vertical de temperaturas em relação à profundidade no solo. No experimento utilizaram-se dois módulos de 5,00 m de comprimento construídos com blocos de concreto e cerâmico, enterrados no solo a partir de uma profundidade de 0,40 m, com termopares instalados nas suas partes superior, inferior, laterais e central. Dos resultados verificou-se que eles apresentam comportamento térmico semelhantes nos gradientes de temperatura vertical e horizontal da massa de blocos variando de acordo com as horas do dia e a profundidade do solo. No horário as 10:00 e 17:00 horas apresentaram os menores e maiores valores de temperaturas, respectivamente. O nível superior apresentou os maiores e o inferior os menores, com a melhor condição para o de blocos de concreto que proporcionou os mais baixos.

PALAVRAS-CHAVE: Construções zootécnicas, climatização, produção animal.

THERMAL BEHAVIOR OF A SUBSOIL CLIMATIZATION SYSTEMS DEPENDING ON DEPTH

ABSTRACT: In the production animal studies of thermal comfort seeking solutions using natural resources and are energetically more efficient are extremely important and fundamental for the development of animal husbandry in Brazil. The aim of this study was to evaluate the thermal behavior of subsoil climatization systems, composed of concrete and ceramic blocks, depending on the horizontal and vertical temperature gradients in relation to the depth in the soil. In the experiment using two modules of 5.00 m in length built with concrete blocks and ceramic, buried in soil from a depth of 0.40 m, with thermocouples installed at its top, bottom, sides and central. The results found that they present similar thermal behavior in vertical and horizontal temperature gradients of the mass of blocks varying according to the hours of the day and the depth of the soil. During the 10: 00 and 17:00 hours showed the smaller and larger values of temperatures, respectively. The top level presented the biggest and the lower minors, with the best condition for the concrete blocks which provided the lowest.

KEYWORDS: zootechnical buildings, climatization, animal production.

INTRODUÇÃO: Acompanhando a tendência mundial na busca de fontes renováveis de energia e o interesse pelo uso de “tecnologias verdes”, têm-se dado maior atenção a sistemas de trocas diatérmicos, principalmente os que realizam trocas térmicas do ar com solo (do inglês: EAHE – *Earth-air heat exchangers*). De acordo com THEVENARD (2007), estes sistemas foram largamente empregados durante as décadas de 70 e 80 para climatização (aquecimento e resfriamento) de ambientes urbanos coletivos, mas não obtiveram grande aceitação devido a problemas relacionados com suas performances, materiais utilizados em sua construção e problemas associados à qualidade do ar. A utilização de sistemas de troca térmica ar-solo no setor agropecuário é possível e encontra grande aplicabilidade, principalmente, nas construções zootécnicas da produção animal. Este sistema pode proporcionar, conforme estudos realizados por DEGLIN et al. (1999), ALCHALABI (2001) e BIEDA e KOZBIAL (2000), condições ideais de temperatura em granjas de aves, de suínos ou em estufas agrícolas, sem um grande aumento nos custos de produção. Estudos realizados por COSTA e GODOY (1962) e ZACARIAS (2008) indicaram que abaixo de 0,40 m a temperatura do solo em Jaboticabal apresenta uma pequena variação, próxima de 23°C ao longo do ano. Dada a importância e a escassez de estudos sobre sistemas diatérmicos no Brasil, objetivou-se avaliar o comportamento térmico de sistemas de climatização via solo, composto por blocos de concreto e cerâmico, em função dos gradientes horizontal e vertical de temperaturas em relação à profundidade no solo.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi desenvolvido no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Câmpus de Jaboticabal, a 21°15'22" S de latitude e 48°18'58" W de longitude, com altitude de 595 m. O clima, baseado na classificação de Köppen, é do tipo Awa, descrito como tropical de estiagem no inverno, com estação seca definida (abril a setembro) e concentração das chuvas nos meses de verão (outubro a março). Na área experimental o solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, com textura argilosa a moderada, caulínico-hipoférrico com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). No experimento foram utilizados dois sistemas, um construído de blocos de concreto e outro cerâmico, com comprimentos de 5,00 m e seções transversais de 0,95 x 1,40 m e 0,72 x 1,33 m, respectivamente. Nas construções foram empregados blocos cerâmicos com as dimensões de largura 0,09 m, altura 0,19 m, comprimento de 0,19 m, com seção vazada de área útil da de $1,28 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, e os de concreto com largura 0,14 m, altura 0,19 m, comprimento de 0,19m, e área útil da seção vazada de $1,37 \times 10^{-2} \text{ m}^2$. Na montagem dos módulos os blocos foram alinhados e dispostos furo-a-furo para formação de dutos contínuos de passagem do ar, recobertos com uma camada de 0,40 m de solo, definido com base na literatura (COSTA e GODOY, 1962; ZACARIAS, 2008). Os dados de temperatura foram obtidos, no período de 16 a 23 de março de 2015, através de sensores instalados, na seção transversal a 3,00 m da entrada de ar no sentido longitudinal, posicionados nas partes superior, inferior, laterais e central. Os sensores utilizados foram termopares tipo T, modelo 105T, com acurácia de $\pm 1^\circ\text{C}$, conectados através do sistema de aquisição de dados Datalogger (marca Campbell Scientific-Inc).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os valores médios das temperaturas de hora em hora, no intervalo de 24 horas, dos pontos da seção dos sistemas caracterizados como: MC- centro; MS- superior; MI- inferior; MD- lateral direito e ME- lateral esquerdo, distinguidos por letras A e B no final da abreviação, sendo A para os blocos cerâmicos e B para os de concreto. Dos resultados verificou-se que eles apresentam comportamento térmico semelhantes nos gradientes de temperatura vertical e horizontal da massa de blocos variando de acordo com as horas do dia e a profundidade do solo. No horário as 10:00 e 17:00 horas apresentaram os menores e maiores valores de temperaturas, respectivamente. O nível superior apresentou os maiores e o inferior os menores, com a melhor condição para o de blocos de concreto que proporcionou os mais baixos. A Tabela 1 mostra os valores médios diários de máximos, médios e mínimos da temperatura dos pontos analisados das seções dos sistemas, do período considerado. Dos resultados, considerando o gradiente vertical de temperatura, verificou-se com relação aos níveis superior e inferior, para os valores máximos, ocorreu uma diferença de 1,62 °C para o de concreto e o cerâmico 1,10 °C, demonstrando um comportamento mais isolante com a menor diferença.

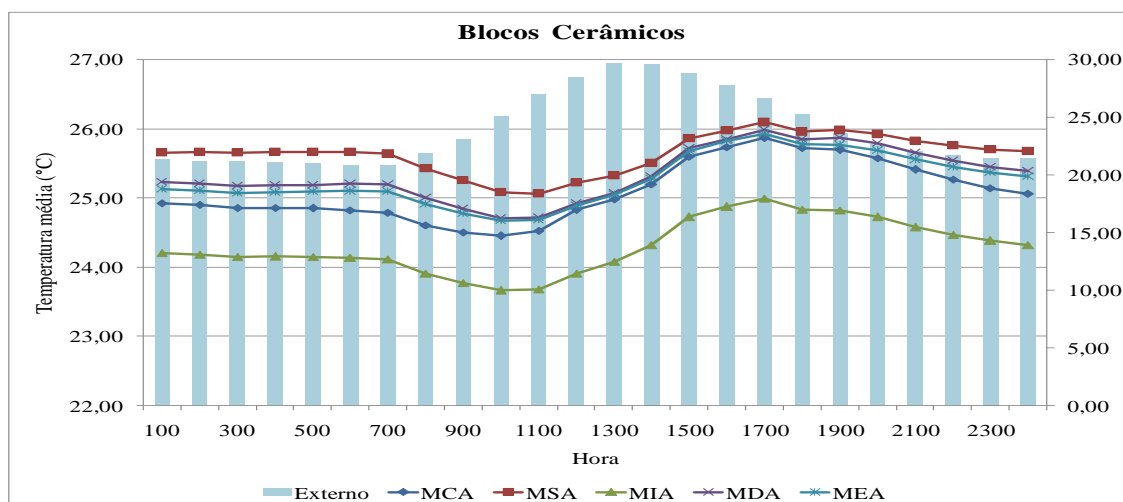


Figura 1. Valores médios das temperaturas dos pontos da seção do sistema construído de blocos cerâmicos.

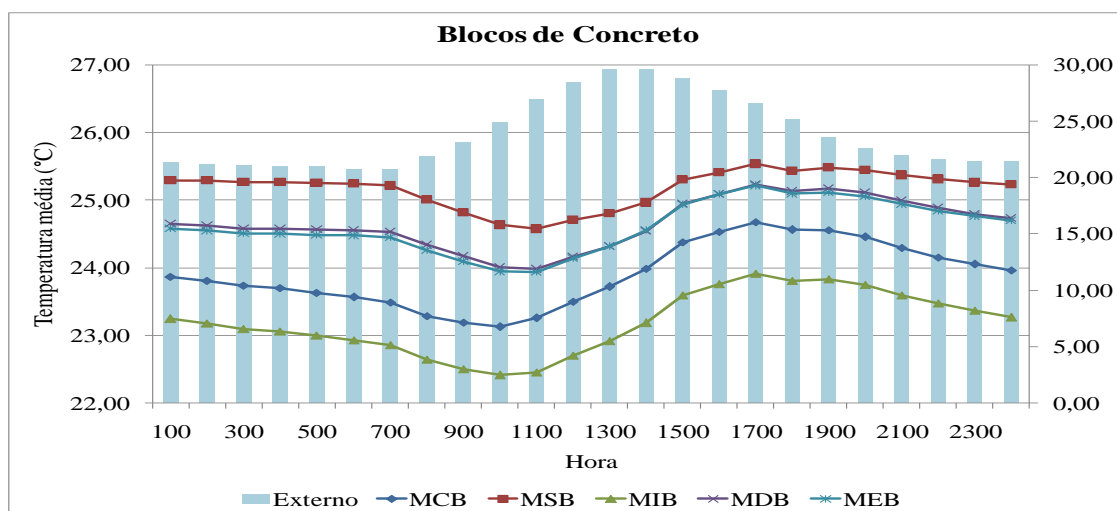


Figura 2. Valores médios das temperaturas dos pontos da seção do sistema construído de blocos concretos.

Tabela 1. Valores médios diários de máximo, médio e mínimo da temperatura dos pontos analisados das seções dos sistemas.

Pontos	Temperatura °C									
	Blocos de Concreto					Blocos Cerâmicos				
	MCB	MSB	MIB	MDB	MEB	MCA	MSA	MIA	MDA	MEA
Médio	23,89	25,17	23,19	24,65	24,61	25,09	25,63	24,3	25,34	25,26
Máximo	24,67	25,54	23,92	25,23	25,21	25,87	26,09	24,99	25,98	25,93
Mínimo	23,12	24,58	22,41	23,98	23,94	24,45	25,06	23,66	24,71	24,67

Os valores médios diários máximos de temperatura encontrados nos pontos superiores dos sistemas (MSA= 26,09°C e MSB = 25,54°C), ao nível 0,40 m abaixo no solo, foram maiores que os encontrados por COSTA e GODOY (1962) e ZACARIAS (2008), em torno de 23°C ao longo do ano, provavelmente ocorrido pelas condições em que se desenvolveram os testes e o período do ano estudado. Considerando os valores da média geral diários de máximo, médio e mínimo da temperatura

de todos os pontos da seção de cada módulo, verificou-se que os de concreto apresentaram inferiores ao cerâmico, com diferenças de 1,33 °C para os máximos, 1,19 °C médio e 1,20 °C mínimos, demonstrando o de concreto a melhor condição de material para resfriamento do ar.

CONCLUSÕES: A temperatura na massa de blocos dos sistemas variou em função do nível de sua profundidade no solo, com os maiores valores na parte superior e os menores no inferior, apresentando a melhor condição o construído de blocos de concreto que proporcionou os mais baixos.

REFERÊNCIAS

- ALCHALABI, D. Two-stage air-cooling for very hot environments. **Poultry International**, v.40, p.11: 28–32, 2001.
- BIEDA, W.; KOZBIAL, M. Wykorzy stani egruntowego wymiennika ciepła pod brojlernia do optymalizac ji jejwarunkow termicznych. **Rocz.Nauk.Zoot.**, v.27, i.3, p.217–228, 2000.
- COSTA, A.O.L.; GODOY, H. Contribuição para o conhecimento do clima do solo de Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas-SP, v.21, p.689-742, 1962.
- DEGLIN, D.; VAN CAENEGEM, L.; DEHON, P. Subsoil heat exchangers for the air conditioning of livestock buildings. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.73, p.179-188, 1999.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: **EMBRAPA-SPI**, 2006. 306 p.
- THEVENARD, D. Bibliographic Search on the Potential of Earth Tubes. NumericalLogics Inc. 2007. Disponível em: < <http://www.numlog.ca/index.html> >; Acesso em: 20 abr. 2010.
- ZACARIAS, R.G. **Temperatura do solo e desenvolvimento da "grama esmeralda" em superfícies com diferentes exposições e declividades**. 2008. 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.