

ANÁLISE DE MODELOS REDUZIDOS TIPO WOOD FRAME COM COBERTURAS NÃO CONVENCIONAIS, COM BASE EM SIMILITUDE

CARLOS AUGUSTO DE PAIVA SAMPAIO¹, RODRIGO FIGUEIREDO TEREZO²,
ILSON VASSEM JÚNIOR³, KENEDY DE SOUZA SANTOS⁴

¹ Dr., Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), carlos.sampaio@udesc.br

² Dr., Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC)

³ Discente, (CAV/UDESC)

⁴ Discente, (CAV/UDESC)

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A busca por soluções construtivas menos danosas ao ambiente ganha força, neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a similitude de estruturas de wood frame, material não convencional, empregando protótipo em escala real (1:1) e modelo em meia escala (1:2), usando duas coberturas não convencionais, de argila expandida e pela planta *Sedum album* e analisando as variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro. Os resultados mostraram que não se observou diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a temperatura de globo foi sempre superior à temperatura do ar, em torno de 2°C e, a umidade do ar acompanhou as variações da temperatura do ar, e ficou em torno de 74,5%. Pode-se concluir que em construção wood frame é possível a utilização somente de modelos reduzidos em meia escala (1:2) para estudos de comportamento térmico, abrindo outras possibilidades para materiais não-convencionais e a economia de custos.

PALAVRAS-CHAVE: custos, escala, sistemas

ANALYSIS OF REDUCED MODELS TYPE WOOD FRAME WITH NON-CONVENTIONAL ROOF, BASED ON SIMILARITY

ABSTRACT: The search for constructive solutions that are less harmful to the environment gains strength and, in this context, the objective of this study was to evaluate the woodframe structure, unconventional material, using similitude theory, using a full-scale prototype (1:1) and a half-scale model (1:2), using two unconventional roofs, expanded clay and the *Sedum album* plant, analyzing the variables air temperature, relative humidity and black globe temperature. The results showed that there was no significant difference was observed between the treatments, and the globe temperature was always higher than the air temperature, around 2°C, and the air humidity followed the variations in air temperature and was around 74.5%. It can be concluded that in wood frame construction it is possible to use only reduced models on a half scale (1:2) for studies of thermal behavior, allowed other possibilities for non-conventional materials and cost savings.

KEYWORDS: costs, scale, systems

INTRODUÇÃO: A busca por soluções construtivas menos danosas ao ambiente ganha força, tanto visando o desempenho térmico como para economia de energia. Construções de wood

frame são ditas não convencionais e são ainda de pouco uso no país em comparação com construções convencionais, de alvenaria e de coberturas de telhas cerâmicas ou de fibrocimento. As edificações representativas em tamanho real, na maioria das vezes, são caras, consomem alta energia e ocupam espaços consideráveis, o que abriu a possibilidade de se aplicar os conceitos de similitude. O uso de modelos em escala reduzida é uma ferramenta largamente utilizada na engenharia, porém o seu uso requer o entendimento claro dos princípios que regem a relação entre modelos e protótipos. Para que o comportamento de um protótipo possa ser determinado a partir de um modelo é necessário que ambos se comportem de maneira qualitativamente similar e que uma relação quantitativa possa ser estabelecida entre eles (JENTZSCH et al., 2013). Diversas pesquisas são realizadas com modelos em escala reduzida para solucionar problemas de campo e novas tecnologias (AKAMINE e PASSINI, 2017; SILVA et al., 2015; CARNEIRO et al., 2015; SAMPAIO et al., 2020), entretanto, faz necessário confirmar a compatibilidade entre o protótipo em escala real e o modelo em escala reduzida antes de outras avaliações, para a validade e segurança dos dados obtidos. Neste contexto, objetivou-se este estudo avaliar a similitude de construção wood frame empregando protótipo em escala real (1:1) e modelo em meia escala (1:2), usando duas coberturas não convencionais, de argila expandida e pela planta *Sedum album*, para as variáveis temperaturas do ar e de globo negro e umidade do ar.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi realizado na Área de Construções e Ambiência do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UEDESC/Lages-SC). Na região, predomina o clima subtropical úmido (Cfa) de acordo com a classificação climática de KÖPPEN, não apresenta estação de seca bem definida, nas regiões mais altas as temperaturas atingem facilmente 0 °C. Neste estudo, foram construídos dois protótipos (1:1) e dois modelos (1:2), classe de modelo geometricamente similar (MURPHY, 1950), em estrutura wood frame, utilizando chapas de compensado de 15 mm de espessura, pintadas com tinta óleo branca para evitar a absorção de água e aumento da durabilidade. As dimensões dos protótipos foram de 2,44 m:2,44 m ($A = 5,95 \text{ m}^2$) e altura de 2,34 m (Figura 1) e a dos modelos de 1,22 m:1,22 m ($A = 1,49 \text{ m}^2$) e altura de 1,17 m.



Figura 1. Vista da construção em wood frame (1:1) com a estrutura das coberturas.

Nas coberturas ($i = 3\%$) dos protótipos e dos modelos foram colocados um forro de lona plástica preta grossa para impermeabilização e isolamento do wood frame contra a umidade. Dois materiais foram empregados como coberturas, sendo um deles formado por uma camada de 0,06 m de argila expandida (A_{exp}) sobre a lona; o outro material formado pela planta *Sedum album*, arbusto suculento de pequena altura e que exige pouca manutenção. Para tal, sobre a lona foi colocado manta geotêxtil bidim permeável e sobre essa um tecido de fibras têxteis recicladas, cujo objetivo era conservar certa umidade para as raízes das plantas. As plantas foram colocadas em recipiente de plástico com furos contendo substrato (terra vegetal adubada), formando a cobertura verde (V). As temperaturas do ar e de globo negro e umidade do ar foram obtidas com o instrumento ITWTG-2000 (Instrutemp®).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O comportamento das temperaturas do ar e de globo negro e da umidade do ar nos protótipos e nos modelos são mostrados na Figura 1. A Tabela 1 mostra os valores médios de temperaturas do ar e de globo negro e umidade do ar, obtidos durante cinco meses de medidas, totalizando 246 medidas, com as indicações estatísticas.

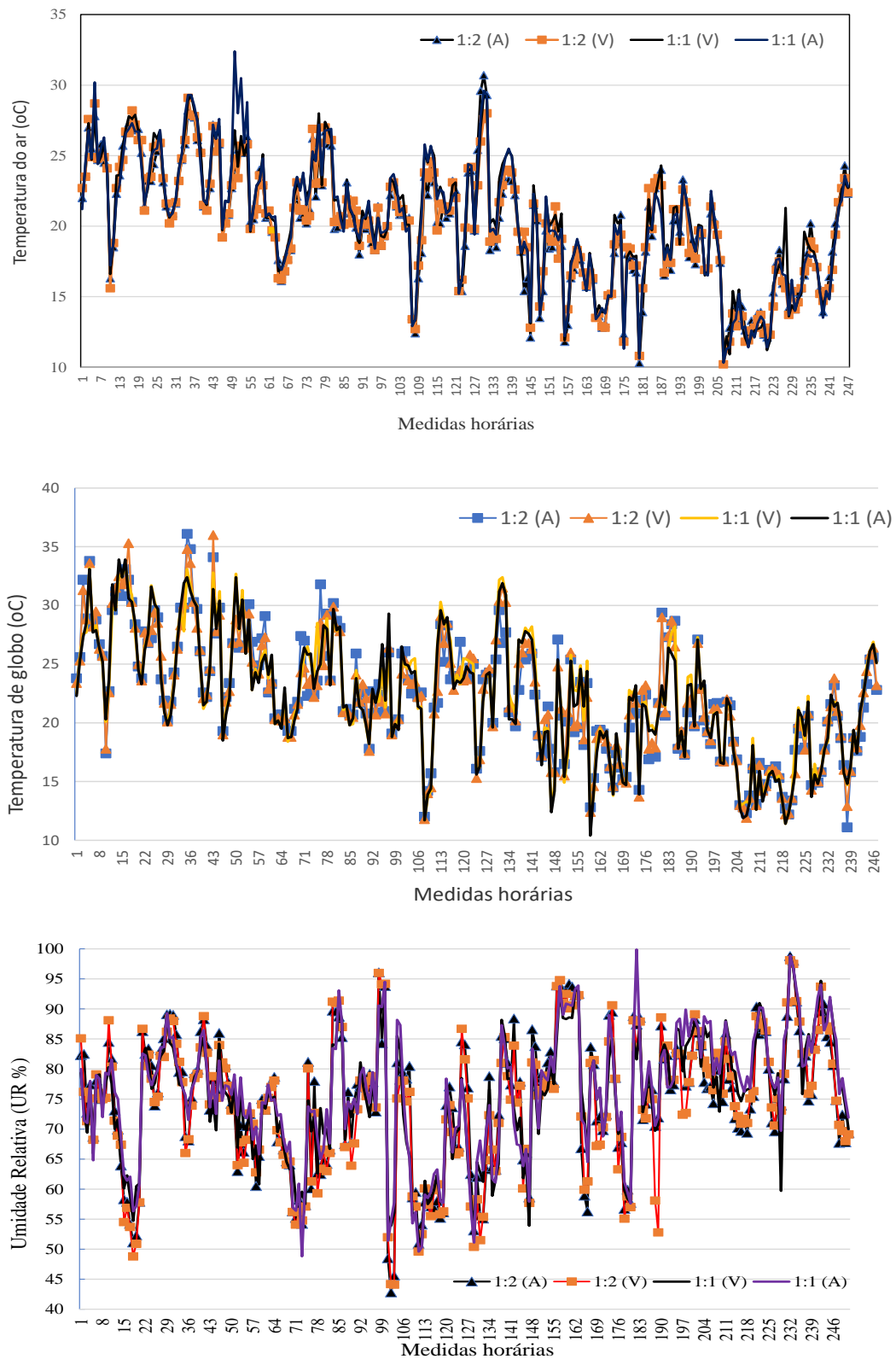


Figura 1. Gráfico das temperaturas do ar e de globo negro e da umidade do ar nas medidas horárias.

Tabela 1. Análise estatística para valores médios da temperatura do ar, umidade do ar e temperatura de globo.

Variáveis	(1:1-V)	(1:2-V)	(1:1-A _{exp})	(1:2-A _{exp})
Temperatura do ar (°C)	20,46802a	20,02186a	19,93198a	20,40850a
Desvio Padrão	4,337114	4,192551	4,490601	4,22128623
CV (%)	21,18971	20,93987	22,00358	21,178455
Umidade do ar (%)	74,9498a	73,98097a	75,84049a	74,67206a
Desvio Padrão	9,824277	10,99287	10,11712	10,81124
CV (%)	13,10781	14,85905	13,34	14,4783
Temperatura de globo(°C)	22,42874a	22,2417a	22,2834a	22,21255a
Desvio Padrão	5,169818	5,109691	5,205181	5,088242
CV (%)	23,04996	22,97347	23,35901	22,90706

Letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As médias das variáveis analisadas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, não se observando diferenças significativas para os tipos de coberturas (tratamentos), tanto no protótipo (1:1) como no modelo reduzido (1:2), em estruturas wood frame. A relação protótipo versus modelos foi estudado por JENTZSCH et al. (2013) e constataram a possibilidade de prever as condições térmicas ambientais em um protótipo, empregando o índice de temperatura globo negro e umidade (ITGU), a partir de modelos reduzidos em até 12 vezes para instalações agrícolas. As pesquisas para o estudo do conforto térmico de instalações agrícolas empregam essa técnica (SILVA et al., 2015; AKAMINE e PASSINI, 2017), resultando em importantes contribuições para a inovação tecnológica das construções e das condições térmicas ambientais.

CONCLUSÕES: É possível prever as condições térmicas ambientais em um protótipo de wood frame a partir de modelo reduzido de 2 vezes, empregando-se as variáveis temperaturas do ar e de globo negro e a umidade do ar como parâmetros de conforto térmico ambiental.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e à FAPESC pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS:

- AKAMINE, L.A.; PASSINI, R. Índices de conforto térmico para aves em modelos reduzidos com diferentes coberturas. **Revista Espacios**, v.38, n.6, p.7-21, 2017.
- CARNEIRO, T.A.; GUISELINI, C.; PANDORFI, H.; LOPES NETO, J.P.; LOGES, V.; SOUZA, R.F.L. Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.11, p.1086-192, 2015.
- JENTZSCH, R.; BAÊTA, F.C.; TINÔCO, I.F.F.; DAMASCENO, F.A.; SARAZ, J.A.O. Parâmetros arquitetônico-ambientais para construção e testes em modelos reduzidos, representativos de galpões avícolas, com base em similitude. **Engenharia na agricultura**, v.21 n.1, 2013.
- MURPHY, G.C.E. **Similitude in engineering**. New York: Ronal Press, 1950. 302p,
- SAMPAIO, C.A.P.; TEREZO, R.F.; MOTTA, G.; SILVA, L.M.C.; JÚNIOR, I.V. Environmental thermal comfort of a reduced model using cross-laminated timber. **Revista Engenharia Agrícola**, v.40, n.4, p.413-419, 2020.
- SILVA, M.G.; MARTIN, S.; OLIVEIRA, C.E.G.; MOSCON, E.S., DAMASCENO, F.A. Desempenho térmico de tipos de coberturas no interior de modelos reduzidos de galpões avícolas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 30, n.3, p.269-275, 2015.