

## CONFORTO AMBIENTAL PARA GALPÕES AGROINDUSTRIAIS

MARIA CAROLINA GOMES SILVA E SILVA<sup>1</sup>, THALIA STRELOV DOS SANTOS<sup>2</sup>,  
HUMBERTO DIAS VIANNA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, mariacarolinagssilva@gmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas, thalia.strelov@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor, Universidade Federal de Pelotas, humbertodvianna@gmail.com

Apresentado no  
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022 27  
a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

**RESUMO:** Neste trabalho apresenta-se a comparação entre um galpão agroindustrial com isolantes térmicos e um galpão convencional, prezando pelo conforto ambiental. Realizou-se um modelo de galpão universal no software SketchUp. Logo, todas essas informações foram transferidas para o programa computacional Energy Plus, a fim de realizar análises da temperatura externa e interna nos galpões nos dias típicos de verão e de inverno. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho, analisar a eficiência dos isolantes térmicos em um galpão agroindustrial, através da comparação de dois modos construtivos do galpão: com isolantes na cobertura e nas fachadas, e outro sem isolantes em sua construção. Utilizou-se como isolantes, o poliuretano para a cobertura e a lã de rocha para as paredes. Assim, a utilização de isolantes térmicos em galpões agroindustriais mostrou-se eficaz por proporcionarem uma manutenção da temperatura interna tanto no inverno, quanto no verão, influenciando em uma melhor adequação climática do interior da edificação, principalmente nos seus horários de funcionamento, visto que o galpão com isolantes em sua construção apresentou temperaturas mais baixas nos dias mais quentes, e temperaturas mais altas nos dias mais frios.

**PALAVRAS-CHAVE:** agroindustria, conforto ambiental, simulação.

## ENVIRONMENTAL COMFORT FOR AGROINDUSTRIAL SHARES

**ABSTRACT:** This work presents a comparison between an agro-industrial shed with thermal insulation and a conventional shed, focusing on environmental comfort. A universal shed model was created in SketchUp software. Soon, all this information was transferred to the computer program Energy Plus, in order to carry out analyzes of the external and internal temperature in the sheds on typical summer and winter days. Thus, the objective of this work was to analyze the efficiency of thermal insulators in an agro-industrial shed, by comparing two ways of building the shed: with insulators on the roof and facades, and another without insulators in its construction. Polyurethane was used as insulators for the roof and rock wool for the walls. Thus, the use of thermal insulators in agro-industrial sheds proved to be effective as they provide a maintenance of the internal temperature both in winter and in summer, influencing a better climatic adaptation of the interior of the building, mainly in its opening hours, since the The

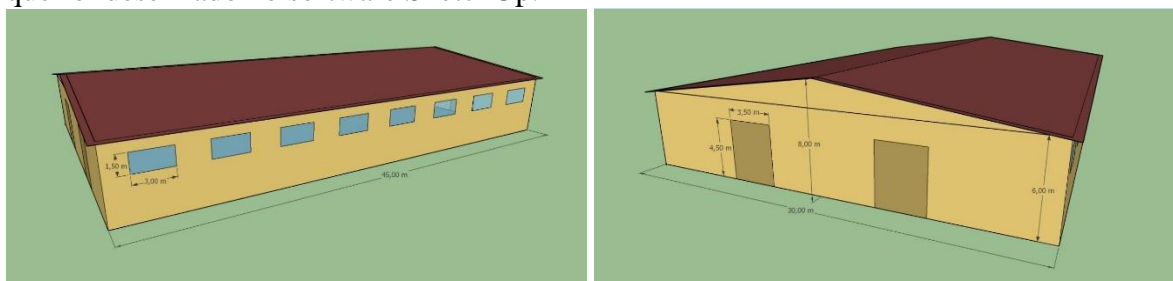
shed with insulation in its construction had lower temperatures on the hottest days, and higher temperatures on the coldest days.

**KEYWORDS:** agro-industry, environmental comfort, simulation.

**INTRODUÇÃO:** O conforto ambiental caracteriza-se pelo conjunto de condições ambientais que permite o bem-estar térmico, visual, acústico e antropométrico para humanos (LAMBERTS, 2013). Ademais, o conforto térmico pode ser utilizado para o bem-estar animal e em agroindústrias, promovendo uma melhor qualidade de vida e melhor produtividade, tanto para os trabalhadores, quanto para os animais (HABIB, 2014). No caso de edificações agroindustriais, por possuírem grandes dimensões, torna-se inviável o condicionamento artificial neste tipo de edificação, sendo necessário a utilização de estratégias que promovam as condições necessárias para o conforto térmico do ambiente. Para isso, são utilizados diversos materiais e técnicas construtivas que são desenvolvidas para a adequação bioclimática da edificação, como o uso de isolantes térmicos. Dessa forma, o presente trabalho possui o objetivo de avaliar o desempenho térmico de dois tipos de edificação agroindustrial, considerando a utilização de isolantes térmicos, através de simulações computacionais para um dia típico de verão e um dia típico de inverno na localidade do município de Pelotas-RS.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para a análise do conforto térmico de um galpão convencional, analisou-se a variação de temperatura em ambiente interno e externo de dois galpões convencionais, com e sem isolantes térmicos na edificação, comparando-se as temperaturas externas e internas das edificações para o dia mais quente e frio do ano. Não foi levado em consideração a ventilação, pois objetivou-se conhecer o desempenho dos materiais recomendados pela NBR 15220 para a zona bioclimática 3, e verificar se esses materiais, que são recomendados para unidades habitacionais, são adequados para edificações agroindustriais. Utilizou-se dois softwares para realizar a simulação: SketchUp e EnergyPlus. O software SketchUp foi utilizado para a modelagem dos galpões a serem analisados. As dimensões das duas estruturas foram de: área de 32x47 metros e 6,5 metros de altura. A edificação era constituída de alvenaria, portas de alumínio e telhado de zinco. O primeiro galpão foi simulado apenas com o telhado de zinco e sem isolantes, já o segundo galpão possui os isolantes térmicos de poliuretano na sua cobertura, e lã de rocha nas paredes. Os dois galpões foram projetados utilizando os materiais de construção recomendados pela ABNT NBR 15220 (2003), parte 2, e pela ABNT NBR 15575 (2013), partes 1 a 5, e foram escolhidos com o auxílio e uso do site PROJETEER. As simulações foram baseadas nos arquivos climáticos de Pelotas-RS, e foram realizadas através do software EnergyPlus. Através dos dados inseridos e obtidos pela simulação, elaborou-se gráficos e tabelas usando planilhas eletrônicas do Excel.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As Figuras 1 e 2 apresentam o modelo de galpão proposto que foi desenhado no software SketchUp.



Figuras 1 e 2. Modelo proposto de galpão industrial desenhado no SketchUp.

Na Figura 3 é apresentado a relação entre a temperatura do ar, no dia mais quente do ano, para a área externa e interna dos dois galpões, com e sem isolantes térmicos. No gráfico é possível observar que a temperatura interna do galpão com isolantes se manteve constante ao longo do

dia. A temperatura externa apresentou valores máximos às 14h, com 37°C, já as maiores temperaturas internas do galpão convencional se concentraram no turno da noite, a partir das 18 horas, indicando um atraso térmico de 4 horas. Pimenta (2013), em seu trabalho comparativo entre edificações com e sem isolantes apenas na cobertura, também encontrou um atraso térmico de 4 horas entre as temperaturas máximas dos dois ambientes. Isso indica que os isolantes auxiliam na manutenção da temperatura interna da edificação, devido à sua grande inércia térmica, e que o horário de temperatura máxima interna se encontra fora do período de funcionamento do galpão, o que indica uma eficiência no seu uso.

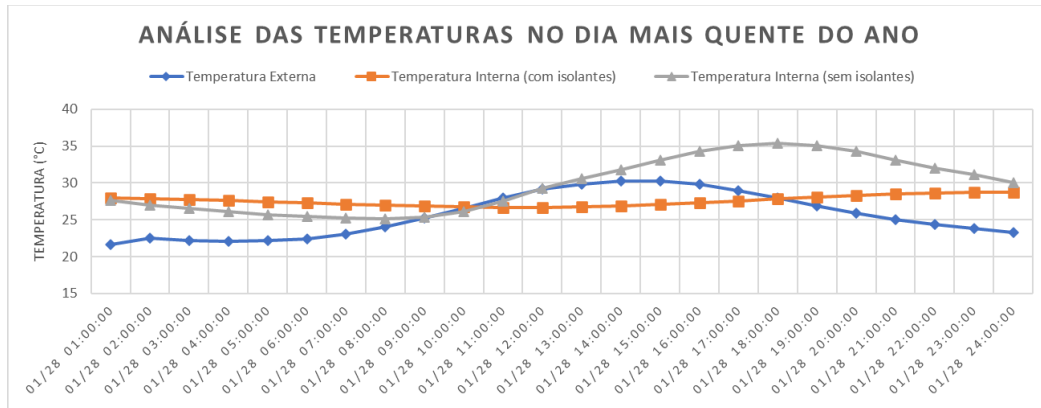


FIGURA 3. Análise das temperaturas das edificações no dia mais quente do ano.

Nas primeiras horas do dia, entre 1h e 10h, as temperaturas internas apresentaram valores maiores do que a temperatura externa, já à noite as temperaturas internas se mantiveram menores do que a externa, chegando aos 35°C. Esse fato ocorreu devido à conservação de calor dos materiais que constituem a edificação, em que a energia é conservada e a partir do período do entardecer, os materiais começam a liberar radiação de ondas longas para o interior e exterior da construção, sendo assim, esta temperatura está muito acima da temperatura de conforto térmico, por isso faz-se necessário uso de ar-condicionado nesse período. Logo, nota-se que a temperatura interna no horário mais quente do dia ficou, aproximadamente, 4°C abaixo da externa no galpão com isolantes. Já no galpão sem isolantes, a temperatura interna ficou em torno de 1°C acima da externa. O dia mais frio (Figura 4) apresentou uma amplitude térmica próxima de 16°C, e a temperatura externa mínima (cerca de -2° C) ocorreu na madrugada às 2h. A temperatura interna do galpão sem isolantes também apresentou variações de temperatura ao longo do dia, apresentando uma variação de 10°C entre o período da manhã e da noite. A temperatura interna do galpão que contém os isolantes térmicos se manteve constante e amena, aproximadamente 15°C. No horário de temperatura externa mais baixa, o galpão com isolantes está com a temperatura interna 16°C acima da externa. A preservação da temperatura interna próxima da zona de conforto térmico representa uma grande economia no consumo de energia, pois o uso de aquecimento artificial, estratégia bioclimática recomendada para a região, será aplicada por menos horas e pode se tornar opcional, em função do tipo de atividade desenvolvida no galpão. O galpão sem isolantes apresenta um bom desempenho no dia mais frio do ano, atingindo temperaturas de 20°C às 18h, porém apresentou maior amplitude térmica (próxima de 10°C). O galpão sem isolamento não apresenta temperatura interna baixa (aproximadamente 10°C) no dia mais frio do ano, durante a madrugada.

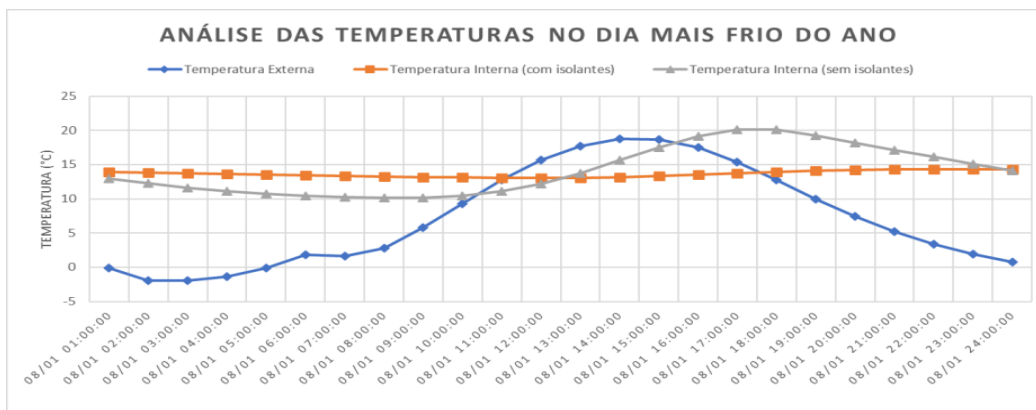


FIGURA 4: Análise das temperaturas das edificações no dia mais frio do ano.

Portanto, percebe-se que durante o dia mais quente do ano, a temperatura interna do galpão com isolantes permaneceu menor que a temperatura externa para boa parte do dia. Já no dia mais frio, as temperaturas internas se mantiveram maiores do que a temperatura externa. Esta constatação indica que o desempenho das envoltórias do ambiente está de acordo com o esperado, já que contribui para a diminuição do desconforto gerado pelas altas ou baixas temperaturas ao longo dos dias. De acordo também com o estudo realizado por Dias (2011), que constatou que para regiões climáticas com elevada amplitude térmica as telhas metálicas, tipo sanduíche, utilizando material isolante entre as camadas são mais adequadas.

**CONCLUSÕES:** A análise demonstrou que tanto a utilização de isolantes térmicos, quanto o uso dos materiais de construção recomendados pela ABNT NBR 15220-2 (2003) para a zona bioclimática de Pelotas apresentam um bom desempenho térmico no dia mais frio do ano, porém no mais quente, esses materiais e isolantes contribuíram para a elevação da temperatura interna do galpão.

**AGRADECIMENTOS:** À FAPERGS, devido ao auxílio bolsa para a aluna Maria Carolina.

#### REFERÊNCIAS:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2: desempenho térmico para edificações - parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro, 2003. 42 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: edificações habitacionais: desempenho parte 1: requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.
- DIAS, Alexandra da Silva. **Avaliação do desempenho térmico de coberturas metálicas utilizadas em edificações estruturadas em aço**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estruturas Metálicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.
- HABIB, Ricardo Cezar Mello Mattos. **Tempo de retorno energético de isolantes térmicos na climatização de edificações: estudo de caso da lã de rocha na zona bioclimática 1 do Brasil**. 2014. 112 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: Pw, 1997. 192 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **ProjeteEE: Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**. 2015. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee>. Acesso em 18 de maio de 2022.
- PIMENTA, Caio Lucas de Castro. **Desempenho Térmico de Telhas em Edificações Industriais Naturalmente Ventiladas em Região de Clima Tropical Continental**. 2013. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.