

AVALIAÇÃO DE TEMPERATURA E UMIDADE EM RESIDÊNCIAS REVESTIDAS INTERNAMENTE COM EMBALAGENS LONGA VIDA

EVALUATION OF TEMPERATURE AND HUMIDITY ON RESIDENCES WITH INTERNAL COATING OF LONGA VIDA PACKING

GIHAD MOHAMAD, Dr. | UFSM

ALMIR BARROS DA SILVA SANTOS NETO, Dr. | UFSM

ROGÉRIO CATTELAN ANTOCHEVES DE LIMA, Dr. | UFSM

MATHEUS VIEIRA FILAPPI | UFSM

ANDRÉ LÜBECK, Dr. | UFSM

RESUMO

Devido ao rigoroso frio durante o inverno no sul do País, organizações da cidade de Santa Maria/RS estão revestindo com embalagens longa vida residências de moradores em vulnerabilidade social, a fim de aumentar a temperatura interna das mesmas. Neste trabalho, busca-se analisar o desempenho térmico destas residências em dias típicos de verão, através de medições de temperatura e umidade relativa do ar. Baseado nas NBR 15575 (2013) e NBR 15220 (2005), os resultados apontaram a necessidade de reestruturação do projeto durante o período do verão, devido as elevadas temperaturas internas e o alto teor de umidade.

PALAVRAS CHAVE: Desempenho *Térmico*; Temperatura; Umidade.

ABSTRACT

Due to the severe cold during the winter in the south of the country, organizations of Santa Maria city are covering with tetrapac packing residences of residents in social vulnerability, in order to increase the internal temperature of the same. In this work, it seeks to analyze the thermal performance of these residences during typical summer days, through temperature and air relative humidity measurements. Based on NBR 15575 (2013) and NBR 15220 (2005), the results indicate the necessity of restructuring the project during summer time, due to high internal temperatures and high humidity content.

KEY WORDS: *Thermal Performance; Temperature; Humidity.*



1. INTRODUÇÃO

Segundo Grigoletti et al. (2015), em seus estudos de desempenho térmico em edificações, o frio é o maior causador de desconforto na região de Santa Maria - RS. Para famílias que vivem em situação de vulnerabilidade social, em casas com frestas que reduzem o isolamento térmico, essa baixa temperatura não afeta apenas seu bem-estar (NBR 15575-1, 2013) afeta, também, seu desempenho no trabalho (TRIERWEILLER et al., 2010) e escola (KOHARA, 2009).

Devido a esse desconforto causado durante o inverno, organizações da cidade de Santa Maria elaboram projetos para ajudar os moradores em vulnerabilidade social nesse período. Um desses projetos consiste na aplicação de embalagens longa vida como revestimento interno nessas moradias, a fim de aumentar a temperatura interna dessas residências, bem como evitar a entrada de insetos, de forma sustentável (OLIVEIRA, 2018).

O emprego dessas embalagens recicladas como um elemento de revestimento interno de edificações para famílias em vulnerabilidade social aliará duas necessidades. A primeira seria dar um destino adequado às embalagens e a segunda, melhorar as condições de conforto térmico nessas moradias.

Tentando validar cientificamente esta iniciativa, este trabalho tem como objetivo analisar a eficiência da utilização de embalagens longa vida como revestimento interno em diferentes épocas do ano, que possam ter resultados negativos, quanto ao conforto térmico do ambiente construído.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Lamberts (2005) define conforto térmico o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda. Sua não satisfação é causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio, quando existem diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente.

Outro fator relevante é a umidade relativa interna da edificação. Silva (2018) afirma que a quantidade de vapor de água que o ar suporta, em uma determinada atmosfera, limita-se para diferentes valores de temperatura, pois temperaturas mais elevadas permitem maiores quantidades de vapor do que ambientes com temperaturas mais baixas.

Em climas com invernos rigorosos, como em Santa Maria/RS, a temperatura da superfície interior de paredes externas de uma edificação, aliada à umidade presente no interior das residências, são os principais fatores para a formação de mofo e bolor em superfícies interiores (GUERRA et al., 2008). Pasternak (2016) comenta que o mofo e a falta de ventilação causam doenças pulmonares, especialmente em crianças, podendo ainda originar infecções mais graves.

Há normas nacionais que visam garantir a qualidade, conforto e segurança dos usuários das edificações. Segundo a NBR 15575-1 (2013), a estanqueidade à água é uma condição de habitabilidade de uma residência, visto que a presença de umidade acelera mecanismos de deterioração e acarreta na perda da higiene do ambiente.

A madeira é utilizada como um material de construção desde o período pré-histórico, sendo que até o século XIX, as obras mais importantes de engenharia eram feitas com pedras, madeira ou combinando os dois materiais (PFEIL, PFEIL, 2003). No Brasil, as estruturas de madeira são datadas desde a arquitetura indígena, com suas ocas feitas de madeira e palha. Essas obras tiveram influência no período colonial, quando surgiram técnicas de construção que mesclavam terra e madeira, como a taipa de pilão e o pau-a-pique (MELLO, 2007).

Comparado a outros métodos construtivos, a construção em madeira possui vantagens como menor geração de resíduos, tempo de construção reduzido, utilização de matéria prima renovável e menor custo dos materiais (VASQUES, 2014), além de ser leve, possuir elevada resistência mecânica, bons índices de absorção acústica e isolamento térmico (COUTINHO, 1999).

Segundo a norma NBR 7190 (1997), a execução de residências com esse material deve ser feita por operários experientes e assistidos por um mestre carpinteiro, para verificar o ajuste de todas as superfícies de ligação. Para evitar a deterioração rápida das peças, deve-se fazer seu tratamento preservativo adequado, com facilidade de escoamento das águas.

Entretanto, as residências alvo desta pesquisa são edificações em madeira construídas pelos próprios moradores, que executam suas casas sem seguir recomendações técnicas, ou seja, infiltrações de água e isolamento térmico insuficiente são costumeiramente encontrados nestas habitações (BATISTA, 2007).

Com o intuito de mitigar estes problemas, está sendo aplicado um revestimento internamente constituído por painéis formados por embalagens longa vida, a fim de dar estanqueidade à edificação e aumentar a temperatura interna nos meses de inverno, além de evitar a entrada de insetos (OLIVEIRA, 2018).

As embalagens longa vida, multicamadas ou cartonadas, são constituídas de um multilaminado formado por quatro camadas de polietileno de baixa densidade, além de uma camada de alumínio e papelão, conforme a Figura 01. Esses materiais representam, respectivamente, 20%, 5% e 75% dessas embalagens (SCHMUTZLER, 2001). São amplamente usadas para preservar alimentos, visto que

impedem a entrada de luz, ar, água e microrganismos, além de conservar o aroma dos alimentos sem precisar de refrigeração e da utilização de conservantes (CEMPRE, 2010).

A reciclagem das embalagens longa vida é feita separando o papel do alumínio e do polietileno. O primeiro pode gerar papelão devido ao bom estado de preservação das fibras de celulose das embalagens, enquanto o alumínio e o polietileno geram produtos como telhas e divisórias internas. A reciclagem dessas embalagens começou a crescer no início dos anos 2000. Em 2003, 20% das embalagens utilizadas tiveram a reciclagem como destinação final, devido ao aumento exponencial do valor oferecido pela tonelada do produto seco e prensado pelas empresas de reciclagem (NEVES, 2004). Entretanto, até julho de 2017, esse valor ainda estava muito abaixo dos valores ofertados para materiais como politereftalato de etileno (PET) e latas de alumínio, motivo pelo qual esses materiais são os mais procurados pelos recicladores (CEMPRE, 2017).

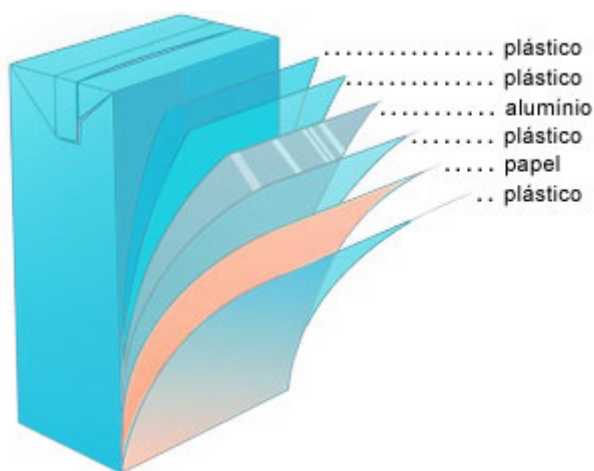


Figura 01 – Composição das camadas de uma embalagem longa vida
Fonte: Química Verde, 2012.

3. METODOLOGIA

A NBR 15575-1 (2013) possui um procedimento para a análise do comportamento térmico de uma edificação, que busca comparar a temperatura máxima interna e externa de um protótipo, criado a fim de simular uma edificação em estudo.

As medições de temperatura e umidade relativa do ar foram feitas em dois protótipos, que buscaram simular a realidade de uma casa popular de baixo padrão. Para isso, foram analisadas as casas em que esse tipo de projeto já foi realizado, e a partir de detalhes construtivos observados repetidas vezes, a estrutura e o detalhamento dos protótipos foram elaborados.

Os protótipos ensaiados se localizam dentro dos limites da Universidade Federal de Santa Maria. Sua fundação foi feita em alicerce de tijolos (Figura 02), enquanto o piso e as paredes foram executados utilizando tábuas de diversas espécies de madeira (Figura 03). Não foi executado nenhum ripamento externo, deixando as quatro paredes dos protótipos com frestas (Figura 04). Além disso, o sistema de cobertura foi construído utilizando caibros de madeira e telhas de metálicas. Assim como em todas as residências analisadas, não foi executado nenhum tipo de forro, deixando a estrutura do telhado e as telhas expostas no interior dos protótipos (Figura 05).



Figura 02 – Alicerce em tijolos cerâmicos furados



Figura 03 – Estrutura e revestimento de madeira usados



Figura 04 – Frestas nas paredes dos protótipos



Figura 05 – Telhas e estrutura expostas internamente

Em apenas um dos protótipos foi aplicado o revestimento interno com os painéis longa vida. Foram utilizados oito painéis, com dimensões variadas conforme o pé direito da parede revestida, totalizando 535 embalagens utilizadas. Para a fixação, foi utilizado grampeador industrial.

Durante 7 dias do mês de dezembro de 2018 e 7 do mês de janeiro de 2019, foram avaliadas a temperatura interna e externa dos protótipos, além da umidade relativa do ar. Como o alumínio presente na embalagem longa vida possui uma alta condutividade térmica, optou-se por realizar as medições durante dias típicos de verão, por se tratar da condição mais desfavorável da utilização do material.

Os aparelhos de medição utilizados são do modelo HOBO H08-003-02, que permite medir a temperatura e a umidade relativa do ar com intervalos que podem variar de 0,5 segundos a 9 horas. Para o intervalo utilizado neste estudo, de 5 minutos, os aparelhos são capazes de armazenar dados por até duas semanas. Além disso, conforme o manual do equipamento, os erros admissíveis para as medições são de $\pm 0,7^\circ\text{C}$ para a temperatura e $\pm 5\%$ para a umidade relativa do ar. A leitura dos dados coletados foi realizada no programa Boxcar Pro 4.3.

Assim como indicado na NBR 15575-1 (2013), não há nenhuma fonte interna de calor em ambos os protótipos, visto que não há nenhum equipamento elétrico, lâmpadas, e só há presença de pessoas no seu interior durante a coleta dos dados dos medidores, com estes desligados.

Mesmo com a retirada de parte da vegetação no entorno dos protótipos, ainda há diversas árvores na proximidade, visíveis na Figura 06, que podem gerar um microclima distinto daquele atuante nas residências utilizadas como inspiração para a construção dos protótipos. Contudo, pela dificuldade de estabelecer uma relação entre esses microclimas, qualquer possível diferença nos resultados da temperatura e umidade relativa do ar foi desconsiderada nas análises.



Figura 06 – Vegetação próxima aos protótipos
Fonte: Autoria própria, 2018.

Há certos horários dentro do período de medições que não possuem dados, devido a pausas realizadas pelos medidores para efetuar a leitura de dados. Apesar da capacidade de armazenamento dos aparelhos ser de até duas semanas, optou-se por realizar as coletas semanalmente, para evitar possíveis riscos de perda dos dados. As pausas ocorreram no período da tarde, em virtude da fácil correlação entre dados observados nesse período.

Para preencher os dados ausentes devido ao desligamento dos aparelhos de medição para realizar a coleta de dados, inicialmente teve-se de realizar um teste de correlação linear para verificar a significância da relação entre as variáveis. Para isto, utilizou-se a Equação 1, nomeada Equação do coeficiente linear de Pearson.

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] * [n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (1)$$

Caso o valor de “r” seja maior que 0,6, é possível afirmar que há correlação entre os dados, e, assim, é possível definir uma reta de regressão. Utilizando os dados obtidos entre às 12 e 16 horas dos dias 14, 21 e 28 de dezembro, obteve-se os valores de “r” disponíveis na Tabela 01.

Data	Exterior		Protótipo revestido		Protótipo sem revestimento	
	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
14/12/2018	0,874	0,792	0,917	0,85	0,928	0,872
21/12/2018	0,97	0,953	0,984	0,962	0,984	0,966
28/12/2018	0,976	0,740	0,917	0,961	0,840	0,723

Tabela 01 – Valores calculados de “r”
Fonte: Autoria própria, 2019.

Desse modo, é coerente utilizar uma reta de regressão linear para obter valores aproximados para os dados ausentes. Na Equação 2, t representa o tempo, a variável independente, enquanto T representa a temperatura ou umidade relativa do ar, a variável dependente.

$$T = a . t + b \quad (2)$$

Além disso, a e b são os parâmetros de equação da reta, obtidos pelas Equações 3 e 4, em que \bar{x} e \bar{y} são as médias das variáveis independentes e dependentes, respectivamente.

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3)$$

$$b = \bar{y} - a \bar{x} \quad (4)$$

Assim, os valores ausentes foram estimados, permitindo a posterior análise estatística dos dados. As Tabelas 02, 03 e 04 apresentam os valores calculados para os dias 14, 21 e 28 de dezembro, respectivamente.

Horário	Exterior		Protótipo revestido		Protótipo sem revestimento	
	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)
14:35:00	25	72,7	24,7	74,3	24,2	76,7
14:40:00	25	71,5	24,7	73,2	24,2	75,7
14:45:00	25	70,4	24,7	72	24,2	74,7
14:50:00	25	69,2	24,7	70,9	24,1	73,7
14:55:00	25	68	24,7	69,8	24,1	72,7
15:00:00	25	66,9	24,7	68,6	24,1	71,7

Tabela 02 – Dados calculados para o dia 14/12/2018
Fonte: Autoria própria, 2019.

Horário	Exterior		Protótipo revestido		Protótipo sem revestimento	
	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)
15:20:00	32,18	42,8	32,47	43,5	32,2	45,1
15:25:00	32,98	42,4	32,27	43,5	32,1	44,9
15:30:00	33,78	42,2	32,06	43,5	32	44,8
15:35:00	34,58	42	31,86	43,6	31,91	44,6
15:40:00	35,37	42,8	31,65	43,6	31,81	44,4
15:45:00	36,17	41,6	31,45	43,6	31,71	44,2

Tabela 03 – Dados calculados para o dia 21/12/2018
Fonte: Autoria própria, 2019.

Horário	Exterior		Protótipo revestido		Protótipo sem revestimento	
	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)
14:35:00	25	72,7	24,7	74,3	24,2	76,7
14:40:00	25	71,5	24,7	73,2	24,2	75,7
14:45:00	25	70,4	24,7	72	24,2	74,7
14:50:00	25	69,2	24,7	70,9	24,1	73,7
14:55:00	25	68	24,7	69,8	24,1	72,7
15:00:00	25	66,9	24,7	68,6	24,1	71,7

Tabela 04 – Dados calculados para o dia 28/12/2018
Fonte: Autoria própria, 2019.

4. RESULTADOS

O comportamento térmico foi avaliado de acordo com o Procedimento 2 da NBR 15575-1 (2013). Para a análise, calcularam-se as médias horárias e diárias para a temperatura e umidade relativa do ar, utilizando cada um dos 8928 dados obtidos nos protótipos e na medição externa. Além disso, foram apontados os valores máximos e mínimos diários encontrados em cada medição, além do cálculo do desvio padrão. Na Tabela 05 são apresentados os valores das médias mensais, considerando um mês hipotético de janeiro.

	Exterior	Protótipo revestido	Protótipo sem revestimento
Temp. (°C)	25,87	26,22	25,91
U.R. (%)	68,5	68,8	67,9

Tabela 05 – Médias mensais do período analisado
Fonte: Autoria própria, 2019.

Comparando os valores obtidos nas medições externas e no protótipo revestido, ocorreram no interior deste, valores de temperatura média maiores em 45,4% das medições, enquanto 50,3% dos valores de umidade média foram superiores. Quanto aos valores máximos, o protótipo revestido resultou em 78,1% de temperaturas superiores, e 43,8% de umidades relativas superiores.

Já o protótipo sem revestimento teve as médias das temperaturas e umidade relativas superiores às medidas exteriores em 53,9% e 34,4% dos dados, respectivamente. As temperaturas máximas e umidades relativas máximas foram superiores em apenas 15,6% e 9,4% dos dias, respectivamente.

Tratando-se da comparação das medições resultantes dos dois protótipos, aquele com revestimento de embalagens longa vida obteve 37,4% dos dados de temperatura média e 63,2% de umidade relativa média superiores ao protótipo sem revestimento, além de 84,4% de temperaturas máximas e 93,8% de umidades relativas máximas superiores.

A maior temperatura registrada no período foi de 40,59 °C, nos dias 17 e 28 de dezembro de 2018 e 02 de janeiro de 2019, todas no protótipo com revestimento de embalagens longa vida. Já o maior valor de umidade relativa registrado foi de 99,5%, no dia 20 de dezembro no protótipo sem revestimento e dia 22 de dezembro no protótipo revestido.

Segundo o gráfico da Figura 07, gerado a partir das médias horárias de todos os dados obtidos durante o período de medição, os horários em que os valores de temperatura do protótipo revestido foram superiores aos demais geralmente estavam compreendidos entre às 10 e 18 horas. Inversamente, os valores de umidade relativa

foram inferiores durante esse período, tendo seus valores superiores aos demais entre às 18 e 00 horas, como ilustrado a Figura 08.

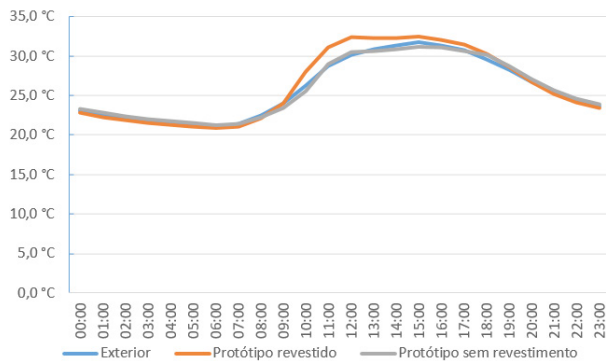


Figura 07 – Médias horárias das temperaturas
 Fonte: Autoria própria, 2019.

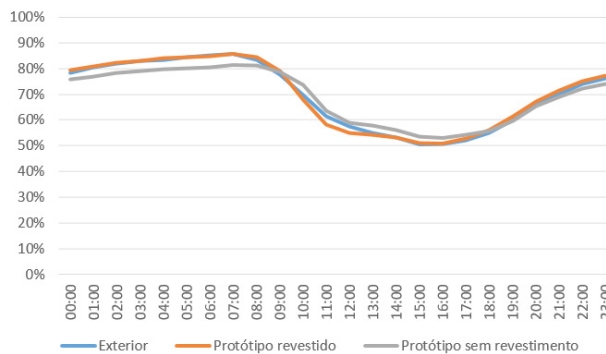


Figura 08 – Médias horárias das temperaturas
 Fonte: Autoria própria, 2019.

Analisando o conforto térmico do local em que os protótipos foram construídos, inicialmente deve-se conhecer as zonas em que o local da construção está localizado, a partir do desenvolvimento de uma reta na carta bioclimática adaptada. Para efetua-la, é necessário possuir o resultado das médias mensais das temperaturas externas máxima e mínima, e da média mensal da umidade relativa externa. O primeiro ponto, nomeado “a”, tem como coordenadas a média da umidade relativa externa no eixo y e no eixo x é calculada a temperatura média utilizando a Equação 5, onde “Tmin” representa a média mensal da temperatura mínima, e “Tmax” a média da temperatura máxima.

$$T_{med} = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} \quad (5)$$

Em seguida, foi possível encontrar no gráfico o valor correspondente da umidade absoluta do ponto “a”, nomeado “Umed”. Com ele, foram calculadas as coordenadas y dos pontos “b” e “c”, pelas Equações 6 e 7, respectivamente. Suas coordenadas x foram os valores das médias das temperaturas mínimas e máximas, respectivamente.

$$b_y = U_{med} - 1,5 \quad (6)$$

$$c_y = U_{med} + 1,5 \quad (7)$$

Assim, pode-se elaborar a reta “b-a-c”, que representa todas as horas de um dia médio do mês em que ocorreram as medições. Devem ser consideradas apenas as zonas em que há mais de 1% da reta “b-a-c” projetada. Na Tabela 06 informam-se as coordenadas da reta, enquanto a Figura 09 ilustra-se a carta bioclimática adaptada para o local em que ocorreram as medições.

	x	y
A	26,78	15,55
B	20,39	14,05
C	33,17	17,05

Tabela 06 – Coordenadas da reta “b-a-c”
 Fonte: Autoria própria, 2019.

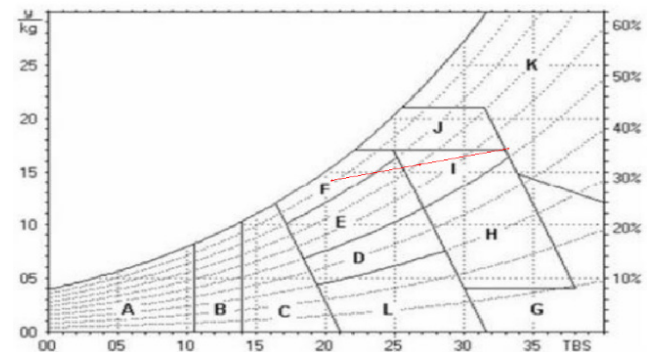


Figura 09 – Carta bioclimática adaptada para a área de estudo
 Fonte: Autoria própria, 2019.

Pode-se observar que a reta “b-a-c” está projetada nas zonas F, E e K, apontando a necessidade de desumidificação, ventilação e refrigeração artificial. Como esta é inviável para residências de baixo padrão, os outros dois casos podem ser melhorados com a aplicação de ventilação cruzada como sugerido na NBR 15220-3 (2005). Como os protótipos não possuem janelas e as portas estavam sempre fechadas nos horários de medição, esse resultado é aceitável, contanto que os moradores de uma residência revestida com embalagens longa vida mantenham as janelas e portas abertas durante esse período. Destaca-se que as diversas árvores na proximidade também podem ter contribuído para criar um microclima no entorno dos protótipos.

Desse modo, frisa-se que, apesar das considerações feitas quanto a certas imperfeições dos protótipos em simular uma residência de baixo padrão típica de Santa Maria/RS, e do erro previsto pelos aparelhos de medição, a razão de 78,1% das temperaturas máximas internas no

protótipo revestido com embalagens longa vida serem superiores às máximas externas está em desacordo com a principal exigência feita pela NBR 15575-1 (2013), que considera aceitável o conforto térmico de uma residência apenas se a temperatura máxima interna for menor ou igual à externa.

Com picos de até 40,59 °C, como no dia 28/12/2018, a temperatura no interior do protótipo revestido em diversos horários estava além da temperatura normal do corpo humano, de aproximadamente 37 °C. Nesse mesmo horário, o protótipo sem revestimento interno registrou temperatura de 36,57 °C, mostrando-se a melhor opção para evitar temperaturas máximas elevadas. Um dos fatores que auxiliou nesse resultado foi a ausência de forro nos protótipos, como apontado pelos picos de temperatura máxima que ocorreram durante o período das 10 às 18 horas, horário em que a radiação solar era mais intensa alta.

A falta de ventilação e refrigeração artificial, sugerida pela carta bioclimática adaptada, foi outro fator que agravou o resultado negativo desse tipo de revestimento. Por questões de segurança, não foi possível instalar janelas e manter a porta frequentemente aberta, mas em casos que esse projeto for aplicado em uma residência com moradores, deve-se conscientizá-los sobre a necessidade da ventilação cruzada para evitar altos valores de umidade.

Dentre as vantagens obtidas pela utilização desse tipo de revestimento interno, cita-se a facilidade em dissipar a alta temperatura interior após os períodos de forte radiação solar, constatado na Figura 07, de tal forma que entre o período das 19 às 09 horas, o protótipo revestido resultou nos menores valores de temperaturas médias, enquanto as médias mais altas foram do protótipo sem revestimento.

5. CONCLUSÃO

A realização do projeto de revestimento de paredes internas com embalagens longa vida precisa necessariamente de uma reestruturação, pois apesar de aumentar o conforto térmico no período de inverno, o desempenho foi inadequado nos dias de verão. A utilização de um revestimento para a estrutura do telhado poderia ser uma técnica complementar de maneira a melhorar a eficiência do sistema também para dias de calor. Esse revestimento de forro poderia ser algum material de alta condutividade térmica, como a própria embalagem longa vida, que permita uma rápida dissipação do calor. Outra alternativa é a execução de dispositivos que aumentem a ventilação cruzada no interior das residências, reduzindo assim possíveis teores elevados de umidade. Tais medidas já estão sendo testadas e devem ser objeto de uma publicação futura.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **Standard 55:** Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190:** projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:** desempenho térmico em edificações: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1:** edificações habitacionais: desempenho: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- BATISTA, Fábio D. **A tecnologia construtiva em madeira na região de Curitiba:** da casa tradicional à contemporânea. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- CEMPRE. **Embalagens longa vida.** 2010. Disponível em: < <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/9/embalagens-longa-vida>>. Acesso em: 13 mar. 2019.
- CEMPRE. **Preço dos materiais recicláveis:** julho/agosto. 2017. Disponível em: <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/105/preco-dos-materiais-recicla-veis>>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- COUTINHO, Joana S. **Materiais de construção 1:** madeiras. Porto: Federal de Engenharia da Universidade do Porto, 1999.
- CRUZ, Helena. **Patologia, avaliação e conservação de estruturas de madeira.** Santarém: Associação Portuguesa dos Municípios com Centros Históricos, 2001.
- GRIGOLETTI, Giane C. **Tratamento de dados climáticos de Santa Maria, RS, para análise de desempenho térmico de edificações.** Porto Alegre: Ambiente Construído, 2015.
- KOHARA, Luiz T. **Relação entre as condições de moradia e o desempenho escolar:** estudo com crianças residentes em cortiços. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.
- MELLO, Roberto L. **Projetar em madeira:** uma nova abordagem. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.
- NEVES, Fernando L. **Novos desenvolvimentos para reciclagem de embalagens longa vida.** São Paulo: Congresso Internacional de Celulose e Papel, 2004.
- OLIVEIRA, Laura H. **Revestimento de residências com embalagens longa vida: uma alternativa**

sustentável. Ijuí: Salão do Conhecimento, 2018.
PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de madeira.** 6 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.
SCHMUTZLER, Luis O.F. **Projeto forro longa vida.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2001.
TRIERWEILLER, Andréa C. et al. **Fatores de satisfação e motivação no trabalho dos colaboradores da fundação de cultura:** um estudo de caso. São Carlos: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010.
VASQUES, Caio C. P. C. F. C.; Pizzo, Luciana M. B. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares.** Lins: Centro Universitário de Lins, 2014.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6380-364X>

GIHAD MOHAMAD, DR. | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 10A, sala 614 | Email: gihadcivil@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7306-5313>

ALMIR BARROS DA SILVA SANTOS NETO, DR. | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 10A, sala 616 | Email: almir.neto@ufsm.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6622-2210>

ROGÉRIO CATTELAN ANTOCHEVES DE LIMA, DR. | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 10A, sala 615 | Email: rogerio@ufsm.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5646-5665>

MATHEUS VIEIRA FILAPPI, ENGENHEIRO CIVIL | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para: Rua Andradas, 2240, Rosário do Sul-RS | Email: mvfilappi@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5772-9933>

ANDRÉ LÜBECK, DR. | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Av. Roraima, 1000, prédio 10A, sala 616. | Email: andrelubeck@gmail.com.

COMO CITAR ESTE ARTIGO

MOHAMAD, Gihad; NETO, Almir Barros da Silva Santos; LIMA, Rogério Cattelan Antochaves de; FILAPPI, Matheus Vieira; LÜBECK, André. Avaliação de Temperatura e Umidade em Residências Revestidas Internamente com Embalagens Longa Vida. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 19-26, jul. 2019.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n3.19-26>.

DATA DE ENVIO: 31/05/2019

DATA DE ACEITE: 29/07/2019