

## **ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DA UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS TETRA PAK® EM HABITAÇÕES VULNERÁVEIS**

Thaíse Sebben<sup>1</sup>; Thaísa Leal da Silva<sup>2</sup>

1 Mestranda do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Arquitetura e Urbanismo (PPGARQ) - Faculdade Meridional – IMED. thaisesebben@gmail.com

2 Docente do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Arquitetura e Urbanismo (PPGARQ) - Faculdade Meridional – IMED. thaisa.silva@imed.edu.br

### **RESUMO**

Grande parte das moradias construídas em assentamentos urbanos são consideradas precárias visto suas condições insalubres de habitabilidade, sobretudo no aspecto do conforto térmico. Assim, a utilização das embalagens Tetra Pak® como revestimento interno em paredes e forro tem se tornado uma alternativa econômica para minimizar o desconforto térmico de habitações em situação de vulnerabilidade. Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo analisar e comparar o desempenho térmico de duas habitações vulneráveis com padrões construtivos semelhantes, como madeiras de descarte e forração com embalagens cartonadas, localizadas em uma mesma área urbana de ocupação irregular no município de Passo Fundo/RS. Como metodologia, inicialmente, efetuou-se o levantamento das dimensões no local, e em seguida, foi realizada a modelagem das volumetrias no software Sketchup, e o uso do software Energy Plus para as simulações computacionais, avaliando o desempenho térmico das edificações nas condições reais. Os resultados demonstraram somente a utilização de embalagens cartonadas como revestimento de paredes e subcobertura não mostrou ser capaz de reduzir significativamente os níveis de desconforto térmico causado, principalmente, pelo frio, sendo necessária a utilização de alternativas construtivas e de projeto de baixo custo, tendo em vista a realidade social dos moradores de habitações em situação de vulnerabilidade.

**Palavras-chave:** Conforto térmico. Embalagens Tetra Pak. Energy Plus. Habitações vulneráveis.

### **ANALYSIS OF THE THERMAL PERFORMANCE OF THE USE TETRA PAK ® PACKAGES IN VULNERABLE HOUSES**

Name Sobrenome<sup>1</sup>; Name Sobrenome<sup>2</sup>

1 email@provedor.com.br

2 email@provedor.com.br

### **ABSTRACT**

Most of the houses built in urban settlements are considered precarious due to their unhealthy conditions of habitability, especially in terms of thermal comfort. Thus, the use of Tetra Pak® packaging as an internal lining on walls and ceiling has become an economical alternative to minimize the thermal discomfort of vulnerable homes. In this context, this work aims to analyze and compare the thermal performance of two vulnerable dwellings with similar construction patterns, such as discarded and lined wood with carton packs, located in the same urban area of irregular occupation in the municipality of Passo Fundo / RS. As a methodology, the dimensions were initially surveyed on site, and then the volume modeling was performed using the Sketchup

software, and the use of the Energy Plus software for the computer simulations, evaluating the thermal performance of the buildings in real conditions. The results demonstrated only the use of carton packs as wall covering and under-covering did not show to be able to significantly reduce the levels of thermal discomfort caused, mainly, by the cold, being necessary the use of constructive alternatives and low cost design, taking into account in view of the social reality of dwellers in vulnerable situation.

**Keywords:** Thermal comfort. Tetra Pak packaging. Energy Plus. Vulnerable housing.

## 1 INTRODUÇÃO

Dados do último levantamento sobre o déficit habitacional do Brasil, elaborado pela Fundação João Pinheiro (FJP, 2018), mostraram que cerca de 240 mil famílias vivem em habitações precárias, que dizem respeito àquelas sem condições de serem habitadas em razão da precariedade das construções ou do desgaste da estrutura física (FJP, 2018). Tais habitações são, em sua maioria, construídas com material diferente de alvenaria ou madeira aparelhada, como a taipa, a madeira aproveitada, dentre outros materiais. Esse tipo de estrutura apresenta baixo isolamento térmico, de modo que as variações climáticas do meio externo, influenciam diretamente no ambiente interno, tanto para as condições de frio como para o calor. A precariedade e vulnerabilidade dessas habitações, refletem em problemas na qualidade de vida dos moradores, como o desconforto térmico e o risco de contaminação por doenças (FJP, 2018).

No intuito de auxiliar a população que vive em habitações irregulares e em situação de vulnerabilidade no município de Passo Fundo, o projeto social Brasil Sem Frestas (BSF)<sup>1</sup> desenvolve um trabalho voluntário com a reciclagem e customização de embalagens Tetra Pak® aplicadas como revestimento interno de paredes e forro nessas habitações (BSF, 2020). A alternativa construtiva é empregada de acordo com os fatores econômicos e pela facilidade de instalação como forma de minimizar os efeitos de desconforto térmico causado principalmente pelo frio. Esta alternativa construtiva visa proporcionar uma maior hermeticidade, ou seja, o fechamento da estrutura física da habitação, já que paredes e coberturas possuem frestas que permitem a incidência de ventilação e a troca térmica do ambiente interno com o meio externo.

Os fatores que condicionam a sensação de conforto térmico estão vinculados tanto às variáveis ambientais como às variáveis humanas, e embora o clima seja bem distinto em cada região, o ser humano é biologicamente semelhante em todo o mundo, sendo adaptável a diferentes condições climáticas (PROCEL, 2014). O metabolismo (atividade física) e a resistência térmica oferecida pela vestimenta são elementos que interferem nos níveis de conforto térmico do usuário, bem como as variáveis ambientais desde a temperatura do ar, a temperatura radiante média, e a umidade relativa do ar (LAMBERTS et al., 2016). Ainda segundo os autores, a sensação térmica de desconforto pode estar condicionada pela não uniformidade das temperaturas de superfície, quando a exposição de parte do corpo está sob uma condição térmica não favorável. Dentre os fatores que podem causar desconforto térmico local nos indivíduos estão: “a diferença de temperatura no sentido vertical (entre os pés e a cabeça), as superfícies não isoladas, o resfriamento convectivo local

---

<sup>1</sup> Projeto voluntário *Brasil Sem Frestas (BSF)* surgiu em 2009 no município de Passo Fundo-RS, e vem desenvolvendo um trabalho social de reciclagem e utilização das embalagens Tetra Pak® como revestimento interno em habitações vulneráveis.

(ou correntes de ar frias); e o contato com pisos frios ou quentes” (LAMBERTS et al., 2016, p.19).

O conceito de conforto térmico é a condição mental que expressa a satisfação do usuário com o ambiente térmico, por uma avaliação subjetiva de aceitação, dependendo de condições fisiológicas e psicológicas, variando de pessoa para pessoa (ASHRAE 55, 2014). Esse modelo de compreensão de conforto está vinculado ao modelo de conforto térmico denominado conforto adaptativo, que considera o homem como um agente ativo, ou seja, que interage com o ambiente em resposta as suas sensações e as suas preferências térmicas (LAMBERTS et al., 2016).

Assim, as respostas dos usuários sobre conforto térmico estão relacionadas às variações comportamentais, como uma troca de roupas, e às variações fisiológicas inerentes de cada indivíduo, assim como pelos ajustes psicológicos, pelas percepções e reações das informações sensoriais térmicas, e por meio do controle da ventilação no ambiente com a abertura de portas e janelas (PROCEL, 2016).

A norma americana de conforto adaptativo ASHRAE 55 (2014) determina métodos de avaliação de conforto térmico para ambientes naturalmente ventilados. Segundo a norma, para um ambiente estar dentro de um nível aceitável de conforto, as variações de temperatura operacional devem estar entre 22,5°C e 25,5°C, considerando uma combinação de fatores do ambiente externo local como a umidade, a velocidade e a temperatura do ar, assim como a temperatura média radiante, que é a troca de calor entre o corpo e o meio (ASHRAE 55, 2014).

Neste sentido, é importante compreender de que forma as habitações precárias se comportam nas condições climáticas locais em que estão inseridas e quais os maiores desafios a que estão submetidas, visto que sua construção é feita com a utilização de materiais de reuso, como madeira, telhas e esquadrias, resultando em condições inadequadas de habitabilidade e de conforto térmico nestas habitações.

Para isso, o uso de ferramentas computacionais como a simulação dinâmica no programa Energy Plus, permite a avaliação do desempenho térmico da habitação relacionado ao conforto térmico do usuário de acordo com os elementos construtivos empregados e as propriedades térmicas de cada material.

A utilização da madeira como painel de vedação nessas habitações está vinculada a facilidade de obtenção, já que em grande parte das obras de construção civil, as madeiras de reflorestamento como o pinus, por exemplo, são descartadas depois de utilizadas. Porém, no que tange às propriedades térmicas deste material, a madeira possui baixa condutividade térmica, sendo considerada um mau condutor de calor, segundo análise feita por Giglio (2005), em sua pesquisa sobre painéis de vedação em madeira.

No entanto, algumas pesquisas relacionadas ao uso de embalagens Tetra Pak® como material isolante, mostraram que o material cartonado possui um desempenho térmico satisfatório quando submetido a altas temperaturas, já que possui características de baixa emissividade térmica que auxiliam no controle da transferência de temperatura entre superfícies (SANTOS,2019). Outros estudos desenvolvidos por Michels (2017), buscaram comparar a utilização de embalagens cartonadas com outros materiais isolantes térmicos comerciais aplicados, nesse caso, na área de cobertura para o controle da transferência de calor para o ambiente interno, devido a sua maior exposição à radiação solar. Nessas medições, viu-se que a manta com a camada de polietileno sobre a face aluminizada das embalagens obteve eficiência superior comparada a outros oito isolantes reflexivos comerciais analisados (MICHELS, 2017). De acordo com a problemática dos objetos de estudo desta pesquisa, os quais apresentam dificuldades no controle térmico do ambiente interno, principalmente, para

situações de baixas temperaturas, este trabalho tem por objetivo analisar o desempenho térmico de duas habitações vulneráveis, por meio de simulações computacionais no Energy Plus 8.7. Tais análises observaram o comportamento da estrutura dessas habitações com o emprego de embalagens cartonadas, tendo em vista que embalagens cartonadas Tetra Pak® são utilizadas como barreira física para os fechamentos opacos em paredes de madeira, assim como em subcoberturas como manta térmica para o telhado, visando diminuir o desconforto causado pelo frio.

## 2 METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica aprofundada sobre o tema de conforto térmico em edificações. Logo após, foram realizadas simulações computacionais para a análise de conforto térmico de duas habitações vulneráveis, considerando suas características construtivas e espaciais.

Na primeira etapa foram feitas medições e registros fotográficos das habitações estudadas. Logo após, modelou-se os volumes no programa Sketchup 2017 nas reais condições. Em seguida, os dados foram configurados no software Energy Plus 8.7 e em planilhas gráficas, que permitiu simular o desempenho térmico anual das duas habitações, conforme os padrões similares de construção empregados, como madeira de descarte, telhas reaproveitadas, e envolta internamente com as embalagens cartonadas nas paredes e abaixo da cobertura do telhado.

A partir das simulações, foram realizadas análises quanto ao desempenho térmico de cada habitação e posterior comparação entre elas e entre as diferentes zonas térmicas, de acordo com cada ambiente, visto que a segunda casa simulada possuía cozinha sem revestimento com as embalagens cartonadas, além de ter uma área maior de construção e uma inter-relação entre os espaços internos.

### 2.1 Objeto de Estudo

As habitações analisadas por este estudo localizam-se em um assentamento urbano ocupado irregularmente, no município de Passo Fundo – RS. Neste local, existem cerca de 150 moradias, a maioria em situação de precariedade e vulnerabilidade. A ocupação denominada Bela Vista se distribui em pequenos lotes regulares, quadras e ruas de acesso interno, desprovidas de infraestrutura básica de moradia, como abastecimento de água, instalações elétricas regularizadas, captação de efluentes domésticos e tratamento de despejo, bem como coleta seletiva do lixo.

A primeira habitação analisada (H1) possui 5,30 x 5,30m, com um pé direito de 2,50m (altura média), e piso com 0,30 de afastamento do solo (Figura 1 (a)). Os materiais construtivos são a madeira de envoltória da edificação, e madeira na parede interna que delimita apenas o banheiro, com espessura de uma polegada (0,0254m).

Figura 1 – Foto externa (a) e foto interna(b) da Habitação H1.



(a)



(b)

Fonte: Os autores (2020).

Conforme apresentado na Figura 1(b), na sua face interna estão montados painéis feitos com as ripas de madeira com 1,5 centímetro de espessura e com as embalagens cartonadas costuradas e por vezes grampeadas. Essa modulação possui dimensão de 0,30m(L) x 0,90m(A) uma técnica desenvolvida pelo projeto social Brasil Sem Frestas para facilitar as instalações.

A partir da Figura 1 (b), é possível notar que o piso da habitação também é executado em madeira com frestas nos encontros entre as tábuas, e sem isolamento. A cobertura é de telhas de fibrocimento, e abaixo delas, foram adicionadas as embalagens cartonadas, possuindo um afastamento das telhas de acordo com a espessura da ripa da modulação.

A segunda habitação analisada (H2), apresentada na Figura 2, possui uma área de 5,50m de largura por 7,50m de comprimento com divisões internas de madeira entre ambientes como sala, cozinha, dormitório, além do banheiro em anexo, que nas simulações não foi considerado. As paredes externas foram construídas em madeira de reuso, com cobertura em telha metálica.

Figura 2 – Foto externa da Habitação H2.



A Figura 3 apresenta imagens dos espaços internos da habitação H2, onde se pode ver a cozinha na Figura 3(a), a sala de estar na Figura 3(b) e o dormitório na Figura 3(c).

Figura 3 – Foto dos espaços internos da Habitação H2: (a) Cozinha sem revestimento, (b) Sala de estar revestida, (c) Dormitório revestido.



Fonte: Os autores (2020).

Na Figura 3, as imagens internas da habitação H2 mostram que o revestimento cartonado foi aplicado somente nas paredes e forro da sala de estar e do dormitório, de modo que cozinha não possui isolamento. Segundo os voluntários do Projeto BSF, a não instalação do revestimento cartonado nas paredes e forro da cozinha está relacionado ao risco da incêndio pelos equipamentos domésticos como o fogão a gás, geladeira e fogão a lenha.

## 2.2. Configuração dos Cenários de Simulação

Para realizar as simulações e analisar o desempenho térmico resultante de cada uma das habitações no software Energy Plus, foi necessário a modelagem de ambos os volumes na interface gráfica *Sketchup 2017*. Para a Habitação H1 foi considerado que toda a sua área (exceto o banheiro) estivesse dentro de uma única zona térmica, visto que há somente a parede do banheiro como divisória de ambientes.

Na Habitação H2, as áreas de sala de estar, dormitório e cozinha são consideradas para análise como zonas térmicas únicas, porém inter-relacionadas, pois cada ambiente possui variações de temperatura de acordo com esquadrias, equipamentos,

orientação solar das superfícies externas e revestimentos aplicados. A área do banheiro não foi analisada em seus níveis de conforto, por ser um espaço de uso transitório, mas deve ser considerada dentro do contexto da edificação por haver a troca térmica entre os ambientes internos. O número de ocupantes considerado na simulação da H1 foram duas pessoas e na simulação da H2 foram três pessoas, conforme informações dos moradores.

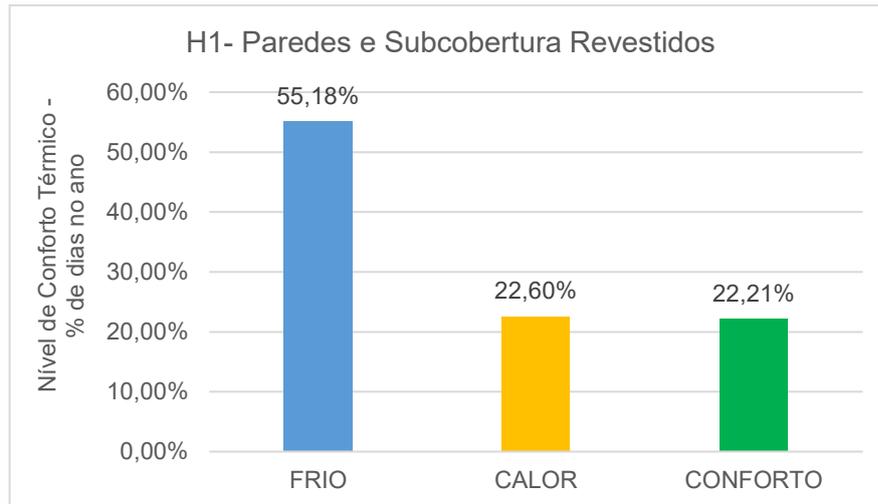
Para os parâmetros de cargas de potência de equipamentos considerou-se a densidade de potência de 1,5 W/m<sup>2</sup> e para iluminação de 5 W/m<sup>2</sup>. As casas foram configuradas como ventiladas naturalmente com um setpoint de abertura de janelas e portas a uma temperatura operativa de 25°C, conforme níveis de conforto de acordo com o controle da velocidade e umidade do ar no ambiente interno (ASHRAE55,2014). Os dados de transmitância térmica dos materiais foram extraídos da norma de Desempenho Térmico de Edificações/Parte 2, a NBR 15220/2003. Para as paredes de ambas as edificações foram considerados a madeira de pinus de espessura de uma polegada, índice de condutividade térmica (ct) de 0,23 W/m.K e de calor específico (ce) de 1340 J/kg.K, além de uma camada de ar de 1,5cm não ventilada, em superfícies de baixa emissividade e índice de resistência térmica de 0,29 m<sup>2</sup>.K/W. As propriedades de condutividade térmica das embalagens cartonadas foram consideradas de acordo com cada material de que a embalagem é composta, como o alumínio (CT 0,38 e 896 CE), o papel (CT 0,2 e 1885 CE) e o polietileno (CT 0,38 e 1900 CE).

Para a cobertura considerou-se a telha metálica com condutividade térmica de 0,95 W.m/K e calor específico de 840 J/kg.K, incluindo a camada de ar não ventilada de mesmo valor e espessura presumida nas paredes, bem como os dados das embalagens mencionados anteriormente.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas simulações realizadas considerou-se como Caso Base para H1 e H2 a condição atual das habitações e suas peculiaridades quanto às dimensões e locais onde há revestimento cartonado aplicado, tanto em paredes quanto no forro, além dos fatores ambientais de cada espaço. Os dados utilizados nas simulações levam em conta a camada de ar de 1,5cm entre a parede e o revestimento, e entre a forração e a telha, consequência das ripas de madeira da modulação. Como resultado da primeira simulação, que considera o Caso Base H1, verificou-se que os moradores da Habitação H1 passam em torno de 55% dos dias do ano em desconforto térmico causado pelo frio (Figura 4).

Figura 4 – Simulação do Caso Base H1.



Fonte: Os autores (2020).

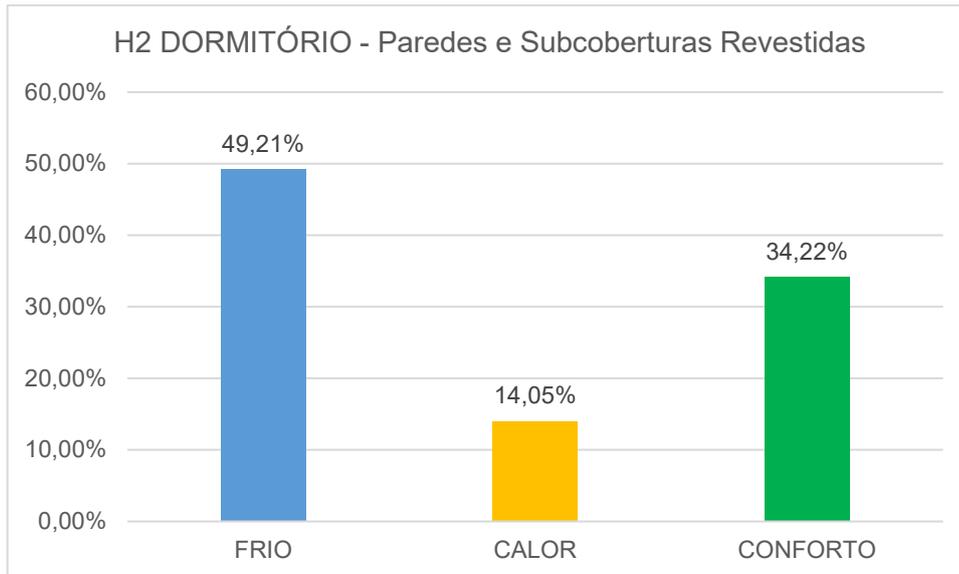
Conforme apresentado na Figura 4, mesmo com a aplicação do revestimento interno com embalagens Tetra Pak® em paredes e forro, as simulações demonstram que o maior problema de desconforto térmico está relacionado às baixas temperaturas. Isso pode estar relacionado à inércia térmica reduzida das paredes, visto que as vedações verticais construídas em madeira simples, tem pouca capacidade de armazenar calor, e a única janela de vidro voltada para a fachada Norte é insuficiente para que haja o aquecimento do ambiente em baixas temperaturas.

Para as simulações da Habitação H2, os resultados foram separados conforme cada zona térmica interna, de acordo com as dimensões, orientação solar e os equipamentos permanentes de uso contínuo em cada ambiente.

A zona térmica do dormitório possui dimensões de 2,88m de largura e 3,86m de comprimento, revestimento interno de paredes e subcobertura, e abertura de uma janela com 1,20x1,00m. Essa abertura está voltada para a fachada lateral Sul que faz divisa com outra habitação, ou seja, não há incidência de insolação nesta janela. O afastamento entre as edificações é de aproximadamente 0,80m, criando assim um corredor de ventilação apenas.

Os resultados apresentados na Figura 5 mostram que os índices de desconforto térmico causados pelo frio no Caso Base H2 (Dormitório) foram menores que os resultados do Caso Base H1 (Figura 4), já que o volume de área do dormitório é menor que da zona térmica do Caso Base H1, mesmo que ambas sejam revestidas internamente. Nota-se que na simulação do Caso Base H2 (Dormitório) há uma relação direta entre o aumento nos índices de conforto térmico e a diminuição dos níveis de desconforto causado pelo calor, principalmente no verão. Isto pode estar relacionado ao aquecimento do ambiente interno através do calor incidido nas superfícies opacas revestidas e o resfriamento pelo controle da ventilação com a abertura da janela.

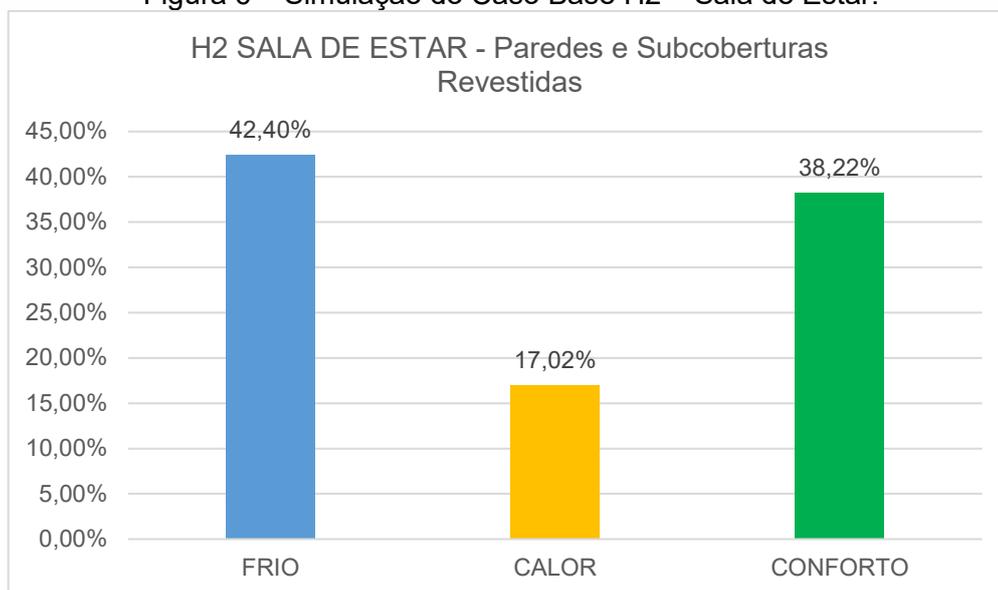
Figura 5 – Simulação do Caso Base H2 – Dormitório.



Fonte: Os autores (2020).

Na zona térmica da Sala de Estar, foram considerados as dimensões de 2,53m de largura e 3,86m de comprimento, forração da subcobertura e das paredes com as embalagens cartonadas, tendo uma janela de vidro voltada para a fachada Norte (Figura 6).

Figura 6 – Simulação do Caso Base H2 – Sala de Estar.



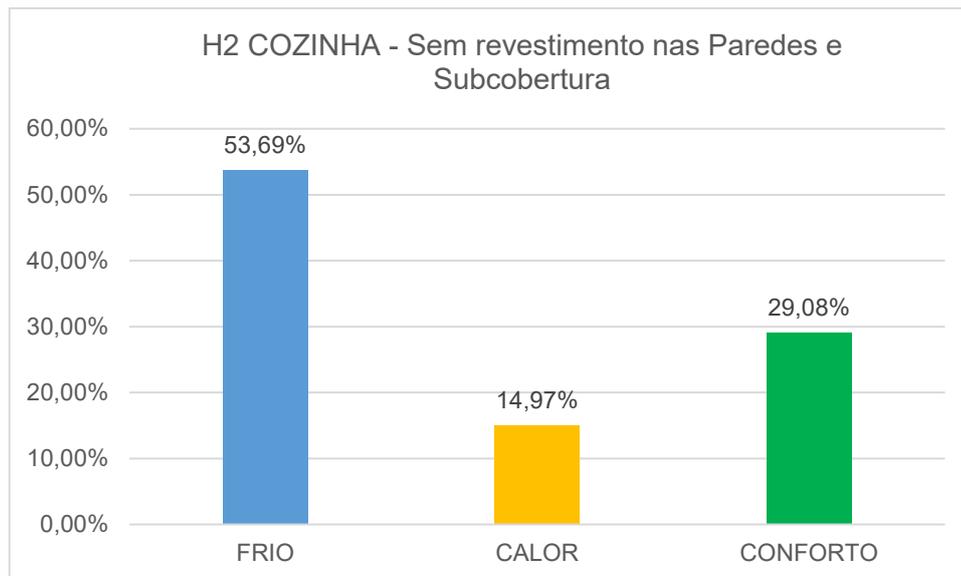
Fonte: Os autores (2020).

Segundo os resultados da simulação do Caso Base H2 - Sala de Estar (Figura 6), a abertura da janela voltada para fachada Norte com uma orientação solar de alta incidência de radiação, fez com que o índice de desconforto térmico causado pelo frio diminuísse quase 7% quando comparado ao índice apresentado na simulação do dormitório. Porém essa diferença está diretamente relacionada ao aumento no índice de desconforto causado pelo calor, já que a principal fração de ganho térmico se dá pela janela, como um fechamento transparente capaz de transmitir calor para o interior do ambiente (PROCEL, 2014). Isto demonstra que as variações das temperaturas externas são refletidas na área interna, e que mesmo com a aplicação do revestimento

cartonado, a estrutura da habitação H2 tem pouca capacidade de armazenar o calor recebido em função da baixa inércia térmica das paredes e também da cobertura. As superfícies de maior incidência da radiação solar como paredes e cobertura possuem elementos construtivos simples, como madeira e telhas metálicas, utilizadas muitas vezes já em estado precário de conservação e de construtibilidade.

Já na simulação da zona térmica da Cozinha (Figura 7), onde não há aplicação de revestimento em paredes e subcobertura, os índices de desconforto causado pelo frio foram maiores comparados aos outros dois ambientes simulados anteriormente.

Figura 7 – Simulação do Caso Base H2 – Cozinha.



Fonte: Os autores (2020).

A partir da Figura 7, nota-se que há um aumento nos níveis de desconforto em condições de frio, em relação aos demais ambientes da habitação H2, assim como um baixo índice de conforto térmico no ambiente. Essa variação térmica mostra que mesmo sendo um material sem expressivos níveis de isolamento térmico até então avaliados, o material cartonado proporciona uma mudança no desempenho da edificação frente às intempéries e as condições de vulnerabilidade.

#### 4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou a análise dos níveis de conforto térmico de duas habitações vulneráveis revestidas com embalagens Tetra Pak®, através do uso da ferramenta de simulação computacional Energy Plus 8.7.

Foram analisados dois casos reais de habitações inseridas em uma mesma área de ocupação urbana, utilizando como revestimento interno dos ambientes as embalagens cartonadas em paredes e subcoberturas. Conforme os resultados apresentados pelas simulações, percebeu-se que ainda são necessários introduzir novas alternativas de projeto e de construtibilidade, tendo em vista as condições precárias das habitações, como forma de mitigar os efeitos de desconforto térmico causados pelo frio, sobretudo que possam estar alinhadas à realidade social dos moradores dessas habitações em situação de vulnerabilidade.

As simulações computacionais implementadas em ambos os casos, permitiram verificar que, de acordo com os resultados da Zona Térmica da Cozinha da H2, onde

não havia nenhum revestimento interno aplicado, os níveis de desconforto ocasionados pelo frio eram maiores, quando comparados aos dos ambientes onde havia revestimento (Dormitório e Sala de Estar). Além disso, a sensação de conforto térmico de 29,08% na cozinha sem qualquer revestimento, em relação ao conforto térmico de 38,22% na sala de estar com a aplicação de revestimento em paredes e subcobertura, pode estar relacionada ao uso do material cartonado como uma barreira física de isolamento interno, além do ganho térmico na sala de estar pelo calor incidido na janela orientada à fachada Norte.

No entanto, os dados resultantes da simulação da Zona Térmica da Cozinha do Caso Base H2 - área sem revestimento - estão muito próximos aos resultados obtidos na Zona Térmica da Habitação H1. Isto também demonstra que os ambientes internos são muito suscetíveis às variações de temperatura externa, e que mesmo com a aplicação do revestimento cartonado na H1, o material não foi capaz de melhorar os níveis de desempenho da edificação, sendo necessária uma vedação vertical e superior com maior resistência térmica, assim como a utilização de alternativas construtivas e de projeto que possam ser implementadas de acordo com a realidade dos moradores de habitações em situação de vulnerabilidade social.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BSF. **Projeto Brasil Sem Frestas**. Passo Fundo, 2009. Disponível em: <<http://caixadeleite-brasilsemfrestas.blogspot.com/p/sobre.html>>. Acesso em: 07 Jul. 2020.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2011-2012**. Centro de Estatística e Informações. Minas Gerais, 2018.

GIGLIO, Thalita G.F. **Avaliação do desempenho térmico de painéis de vedação em madeira para o clima de Londrina-PR**. Londrina: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. Universidade Estadual de Londrina, 2005.

LAMBERTS,R.; GHISI, E.; ABREU, A.L.P.; CARLO, J.C.; BATISTA, J.O.; MARINOSKI, D.L.; NARANJO, A.; DUARTE, V.C.P.; **Desempenho Térmico de Edificações**. Florianópolis, 2016. Disponível em: <[http://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161\\_v2016.pdf](http://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf)>. Acesso em: 10 Jun. 2020.

MICHELS, Caren. **Análise da transferência de calor em coberturas com barreiras radiantes**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

PROCEL. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3º edição. 2014. 382p.

ASHRAE. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Standard 55**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, INC, 2014.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220. **Desempenho Térmico de 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.

SANTOS, ALYNE R.C. **Avaliação da emissividade de embalagens cartonadas por termografia e modelagem computacional**. Cuiabá: Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado em Ciências Ambientais. Universidade de Cuiabá, 2019.