

USO DO ISOPAINEL PARA CONTROLE DO CONFORTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES

Rodrigo André Klamt (URI – Campus de Frederico Westphalen) E-mail: klamt@uri.edu.br
Marciane Schneider (URI – Campus de Frederico Westphalen) E-mail: marciane.schneider@live.com
Daiana Fauro (UFSM – Campus de Santa Maria) E-mail: daianafauro@gmail.com
Bruno Horst Júnior (URI – Campus de Frederico Westphalen) E-mail: bruno_horst4@outlook.com

Resumo: Atualmente o conforto térmico tem sido um dos fatores relevantes na escolha do material correto para a construção de edificações e o conhecimento das propriedades técnicas destes materiais constitui um ponto de partida para uma construção. Este trabalho apresenta os resultados de um estudo que teve por objetivo efetuar uma avaliação comparativa do comportamento térmico de duas edificações, uma executada com fechamento em alvenaria convencional com o uso de tijolo e outra com uso de isopanel. Essa avaliação foi realizada a partir de medições de temperatura interna em ambas as edificações. Pelo fato de o tijolo ter uma massa térmica elevada, sendo capaz de absorver, armazenar e liberar calor lentamente, a residência de alvenaria convencional apresentou temperaturas internas mais elevadas durante a noite. Diante disso, foi possível concluir que o sistema construtivo com isopanel, principalmente nos dias de maiores temperaturas, tem uma diferença de temperatura interna considerável em relação ao sistema convencional e também em relação à temperatura externa, com uma variação de até 4°C, pelo fato do material ter a condutividade térmica menor. Isso confirma que o projeto de edificações precisa levar em consideração o sistema de fechamentos, buscando sempre o conforto térmico adequado ao clima local.

Palavras-chave: Isopanel, condutividade térmica, conforto térmico.

USE OF ISOPANEL TO CONTROL THERMAL COMFORT IN BUILDINGS

Abstract: The thermal comfort, currently has been one of the relevant factors in choosing the correct stuff for the building of construction of the technical properties and the knowledge these stuff constitutes a starting point for construction. This work presents the results of a study that had as objective to make a comparative evaluation between thermal behavior of two buildings, an executed with closing in conventional masonry with the use of brick and another using insulating panel. This evaluation was performed from measurements of internal temperature in both buildings. Because the brick has a high thermal mass, being able to absorb, store and release heat slowly, the conventional masonry residence had higher internal temperatures at night. Therefore, it was possible to conclude that the insulating panel constructive system, especially on the days of high temperatures, has a considerable internal temperature difference in relation to the conventional system and also in relation to the external temperature, with a variation of up to 4 °C, the fact of the stuff has the lower thermal conductivity. This confirms that the building design needs to take into account the closure system, always seeking thermal comfort appropriate to the place climate.

Keywords: Isopanel, thermal conductivity, thermal comfort.

1. Introdução

Atualmente o conforto térmico tem sido um dos fatores relevantes na escolha do material correto para a construção de edificações. O conhecimento das propriedades técnicas destes materiais constitui um ponto de partida para uma construção mais viável e ao mesmo tempo mais confortável termicamente. Assim, optar-se por um material adequado e correto pode-se chegar a concepções de sistemas alternativos capazes de diminuir a carga térmica solar que é transmitida para o interior da edificação (BEZERRA, 2003). O isolamento térmico em edificações não é necessidade apenas em regiões mais quentes. O conforto deve ser proporcionado independente da estação ou

local/região do planeta, este deve gerar benefícios como o pleno desenvolvimento de tarefas cotidianas dentro dessa edificação e bem estar de seus usuários.

Santos (2008) afirma que isso tem sido uma preocupação e ao mesmo tempo um índice motivador para buscar técnicas e sistemas mais eficientes, que tenham maior resistência e maior conforto térmico com baixo custo. Ele ainda explica que nos últimos anos aproximadamente 42% do consumo de energia elétrica foi utilizado para obter o condicionamento térmico por meio de sistemas mecânicos de climatização.

Atualmente o mercado oferece muitos materiais para melhorar o conforto ambiental dentre os quais pode-se citar o telhado verde, que funciona como captador absorvendo água e radiação solar; uso de brises; lã de rocha ou lã de vidro aplicado abaixo do telhado, sobre o forro ou no interior de paredes (steel frame, gesso...). Como opção, existem também as subcoberturas com uma ou duas faces aluminizadas, emitindo pouca radiação (COSTA,1982).

Sabe-se que não é possível controlar variações climáticas, mas sim conceber estruturas que sejam menos sensíveis a estas variações. Neste sentido a construção civil é uma área que, constantemente, apresenta novas tecnologias em seus materiais e sistemas construtivos. Diante disso, como alternativa para minimizar os efeitos climáticos em uma edificação tem-se o isopainel. O isopainel atualmente não tem larga utilização em residências unifamiliares, porém o material tem potencial para redução da amplitude térmica em edificações.

O isopainel é composto por blocos de EPS com placas metálicas, sendo um material de fácil higiene e asséptico, além de ter a possibilidade de ser desmontado e remontado. A placa dispõe de encaixe macho e fêmea na chapa de acabamento e núcleo isolante. Sua parte interna pode ser composta por poliestireno e/ou poliuretano, com diversas espessuras e diversidade de acabamento. Além disso, Santos e Andrade (2008) destacam que este material tem como principal finalidade proporcionar uma elevada resistência mecânica e um excelente isolamento térmico, permitindo a execução de fachadas ou coberturas de forma prática, rápida e eficaz.

O isopainel traz conforto ao ambiente, proporcionando, assim, uma sensação de bem estar aos ocupantes. Para melhorar o conforto térmico de uma forma natural e eficiente o isopainel apresenta-se como um sistema construtivo que proporciona economia de energia por meio da redução do aquecimento e de arrefecimento do ambiente interior. Além disso, o sistema reduz o peso das paredes o que faz com que diminua o gradiente de temperatura. Com este contexto, esta pesquisa, teve como objetivo realizar uma análise do conforto térmico em ambiente residencial unifamiliar construído com isopainel, buscando avaliar a influência do isopainel, ainda não muito utilizado em residências unifamiliares, na redução da amplitude térmica dentro da edificação, através da comparação dessa tecnologia com uma edificação em alvenaria convencional.

2. Fundamentação teórica

2.1. Conforto térmico

O conforto ambiental deve proporcionar um ambiente agradável e eficiente, buscando o equilíbrio entre temperatura, sons e ruídos, luminosidade e estudo visual da edificação, sendo itens primordiais em um projeto arquitetônico.

O projeto ideal deve considerar as condições climáticas do ambiente que são relacionadas a fatores naturais (ventos, vegetação e insolação) e a fatores artificiais (posição e dimensão das janelas, posição da edificação no terreno, materiais

construtivos, etc.). Assim, é possível garantir o conforto luminoso, acústico e térmico, visando à melhoria do desempenho ambiental da edificação (KOWALTOWSKI e LABAKI, 1993).

Na Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15220-3 (ABNT, 2005) pode-se verificar que o país está dividido em regiões de acordo com a homogeneidade climática, usando a base de dados climáticos do Brasil com médias mensais de temperaturas máximas, temperaturas mínimas, e umidades relativas do ar de 330 cidades de diferentes posições geográficas. Esta Norma subdivide o território em oito zonas homogêneas de acordo com o clima. A Figura 1 apresenta a divisão das oito zonas que compreendem o Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Como é possível perceber (Figura 2) que o Rio Grande do Sul está incluído no Zoneamento 2.

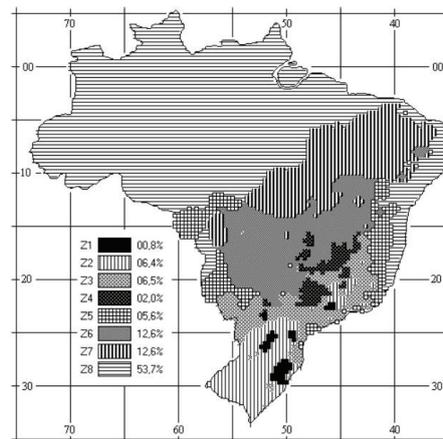


Figura 1: Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Fonte: ABNT - NBR 15220-3 (2005)



Figura 2: Zona Climática 2. Fonte: ABNT - NBR 15220-3 (2005)

As diretrizes apontadas para a Zona Bioclimática 2 são aberturas de ventilação de tamanho médio permitindo o acesso do sol durante o inverno. De acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), aberturas para ventilação devem possuir tamanho médio, ou seja, possuir área de abertura entre 15% a 25% da área de piso do ambiente, e permitir o sol durante o inverno. Para as vedações externas a Norma recomenda paredes leves (com transmitância de $U \leq 3,00$) e cobertura leve isolada (com transmitância de $U \leq 2,00$).

2.2. Bioclimatologia

O projeto arquitetônico deve possuir condições de conforto térmico e para isso é necessário orientação solar cuidadosa e uma boa localização dos cômodos. A correta distribuição das aberturas facilita a ventilação cruzada e ainda o ganho de calor no inverno. Já a fachada voltada para oeste no Rio Grande do Sul é a pior escolha para o verão, sendo a ideal a voltada para o Norte.

De acordo com Sartori (2002), a dinâmica do clima do Rio Grande do Sul, por estar em uma zona de transição, se encontra sempre na participação de Sistemas Atmosféricos Extratropicais (massas e frentes polares) e Intertropicais (massas tropicais e correntes perturbadas). A autora também explica que estes fatores determinam o tipo de clima, controlam o tempo e os fatores geográficos regionais (altitude, relevo, continentalidade e vegetação).

Hertz (1998) expõe que a orientação solar correta em uma edificação, pode-se obter até 3°C de diferença em relação às temperaturas internas e externas, resultando assim na redução da incidência solar durante as horas mais quentes do dia.

Com esses dados é possível comprovar, como cita Costa (1982), que a insolação no verão é um importante causador do desconforto térmico nas edificações em períodos de primavera e verão. Para evitar esta insolação pode ser feita pintura de cores claras, sombreamento com vegetação, usar materiais isolantes no lado externo, usar paredes com grande capacidade calorífica para diminuir a temperatura e o uso de ventilação natural. E ainda as coberturas devem fazer o uso de telhas claras, isolantes térmicos e materiais que possuam valor considerável de inércia térmica.

Algo que contribui também para a temperatura de uma edificação é o movimento do ar na atmosfera, que é chamado de vento e é gerado através de movimentos de rotação e translação do Planeta Terra. A pressão atmosférica, radiação solar, umidade do ar e evaporação influenciam diretamente nas características do vento que também é influenciado pela altitude, topografia e rugosidade do solo. Regiões de topografia acidentada desviam o vento, alterando sua direção e velocidade, ou podem canalizá-lo, aumentando então sua velocidade (LAMBERTS, 2016).

Para isso, é necessário conhecer as propriedades térmicas dos materiais e saber utilizá-los de forma correta para que proporcione redução da carga térmica solar que é transmitida nas edificações (BEZERRA, 2003).

2.3. O Isopanel

O painel em EPS, chamado de isopanel, é um material já usado nas edificações industriais e começa a ter destaque nas edificações residenciais, pois, é um isolante térmico com características de boa eficiência, boa resistência e baixo custo (ISOESTE, 2018). Os painéis podem ser produzidos em duas faces autoportante que dispensa paredes/lajes em alvenaria, e/ou uma face para ser aplicado nas paredes/lajes em alvenaria existente (ISOESTE, 2018)

As principais vantagens do isolamento térmico apresentadas pelo isopanel, de acordo com a empresa ISOESTE (2018) são: economia de energia, condicionamento da temperatura e conforto térmico, estabilidade térmica com revestimento interno e externo em aço pré-pintado com espessura variando de 50 a 250 mm.

O painel com o poliestireno expandido possui alta qualidade, além de permitir o isolamento térmico devido à baixa condutividade térmica e acústica, esse material é impermeável, sendo assim não possui absorção de água e umidade, não ocorrendo com isso a infiltração e o mofo nas superfícies das paredes. Possui um sistema exclusivo de

encaixe tipo macho-fêmea, como mostrado a Figura 3. Pela mesma Figura também é possível perceber a sobreposição de chapas que garantem perfeita vedação, isolamento térmica e maior rigidez contra impacto.

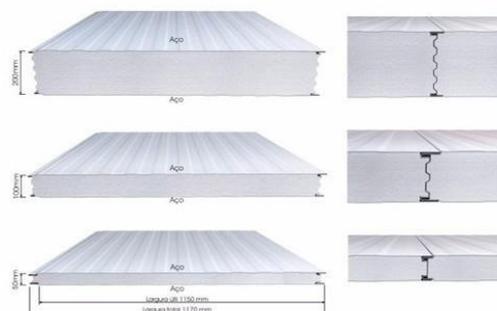


Figura 3: Sistema de encaixe dos painéis. Fonte: RECONSUL (2018)

Os painéis, além de proporcionar a edificação isolamento térmico, economia, durabilidade, rapidez na execução, layout flexível, são também 100% recicláveis, ainda possuem maior poder isolante, o que garante economia significativa no sistema de climatização, custo de energia e versatilidade arquitetônicas até 70% mais rápidas que os sistemas convencionais de durabilidade (ISOESTE, 2018).

As etapas de construção do sistema de isopainel com núcleo de EPS para vedação vertical consistem em: aspecto do projeto, fundação, estrutura, instalações e acabamento. A telha também engloba o mesmo sistema das paredes, tornando a edificação ainda mais confortável em relação à temperatura.

2.4. Sistema de medição da temperatura

A medição da variação da temperatura nas edificações, ou a comparação das temperaturas, será medida e registrada através de um Data Logger, o qual funciona como um dispositivo eletrônico que registra e salva os dados ao longo do tempo, neste caso a temperatura, o horário e a data, tendo seu funcionamento baseado na plataforma Arduino.

3. Metodologia

Com a finalidade de verificar a eficiência do isopainel foram realizadas medições internas de temperatura. A análise foi realizada em duas residências com material de fechamento diferentes, sendo uma de alvenaria convencional e outra com o sistema construtivo de isopainel. Ambas as edificações escolhidas para o estudo estão na mesma posição solar para assim observar os níveis de conforto térmico mais próximo da realidade. As residências que foram analisadas localizam-se na cidade de Caiçara no estado do Rio Grande do Sul, sendo a casa de alvenaria convencional localizada no Bairro Aimoré, e a casa de isopainel no interior do município. Estas residências estão posicionadas com a fachada para oeste.

Conforme dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2018) a cidade de Caiçara-RS teve a população estimada em 2017 em 5.064 pessoas. A densidade demográfica em 2010 era de 26,80 hab/km². Além disso, é um município que faz parte da Microrregião de Frederico Westphalen, localizado a uma latitude 27°16'28" sul e a uma longitude 53°25'56" oeste, estando a uma altitude de 583 metros. O município possui área de 189,45 quilômetros quadrados, contando com as águas do Rio

Uruguai e fazendo divisa fluvial com o estado de Santa Catarina.

Na pesquisa, a temperatura foi medida através de um sistema utilizando a plataforma Arduino. Nesta plataforma podem-se adicionar tipos de componentes eletrônicos direcionados e programados para uma determinada atividade, que neste caso é a medição de temperatura em uma residência de alvenaria convencional e uma residência com isopainel.

O equipamento, conforme Figura 4, possui todos os componentes necessários para o funcionamento e a comunicação com o computador. Sua alimentação pode ser diretamente por uma porta serial (USB) conectada a um computador, ou por uma fonte de energia externa (BANZI, 2008).



Figura 4: Foto do Circuito/sistema de Arduino. Fonte: Autores

O equipamento foi instalado na sala de ambas as residências, pelo fato de serem os ambientes com as mesmas características. Os dados foram coletados semanalmente e registrados em um computador em tabelas do Excel para comparação dos dados em ambas as residências, através de gráficos e tabelas. O período de medições foi de julho a setembro de 2018 e foram realizadas três medições diárias: às 8 horas, às 14 horas e às 22 horas.

Ressalta-se que o objetivo principal é comparar o conforto térmico interno para os dois sistemas construtivos. Porém, para complementar a pesquisa, foi realizada medição de temperatura externa, para com isso obter o gradiente de temperatura entre o ambiente externo e interno. A medição da temperatura externa foi realizada por um medidor de temperatura digital, mostrado na Figura 5. Estas medições foram realizadas uma vez por semana nos três horários estabelecidos para coleta de dados da temperatura interna.

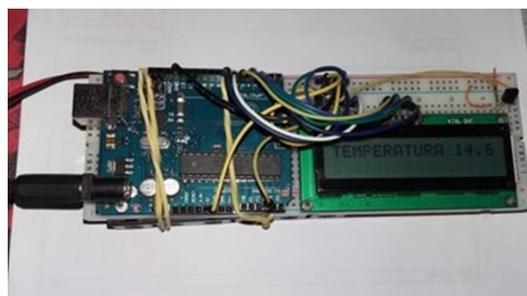


Figura 5: Medidor de Temperatura Digital. Fonte: Autores

Após os dados coletados foi realizada uma análise em relação às médias das temperaturas internas para estabelecer correlações comparativas com gráficos e tabelas. As temperaturas internas das duas casas, nos três horários, foram compiladas em uma tabela a fim de realizar a comparação térmica. Em sequência uma comparação das médias destas temperaturas foi feita graficamente para observar as alterações das mesmas. Para complementar a pesquisa foi produzida uma tabela comparativa das temperaturas no ambiente interno e externo em um dos dias da semana.

4. Resultados e discussões

4.1. Análise de temperatura interna das residências convencional e de isopainel

A climatização natural é umas das premissas fundamentais em uma edificação e para que isso seja eficaz é necessário buscar estratégias como: escolha correta dos materiais de construção para que estes contribuam para a redução do ganho térmico e proporcionem o conforto térmico (KELER e BURKE, 2010).

Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a temperatura interna em uma residência convencional em alvenaria e uma residência com sistema construtivo de isopainel, a fim de quantificar a variação de temperatura interna de ambas, utilizando um circuito/sistema Arduíno. O período de coleta de dados ocorreu entre 01/07/2018 a 30/09/2018, período este que engloba praticamente o inverno, período mais frio, e com menor incidência de raios solares durante o ano.

Os resultados desta pesquisa são apresentados através da observação e comparação de gráficos e tabelas que trazem a coleta de dados. As figuras 6, 7 e 8, respectivamente, retratam a temperatura interna na residência convencional e na residência de isopainel às oito horas, quatorze horas e vinte e duas horas, no mês de julho a setembro de 2018.

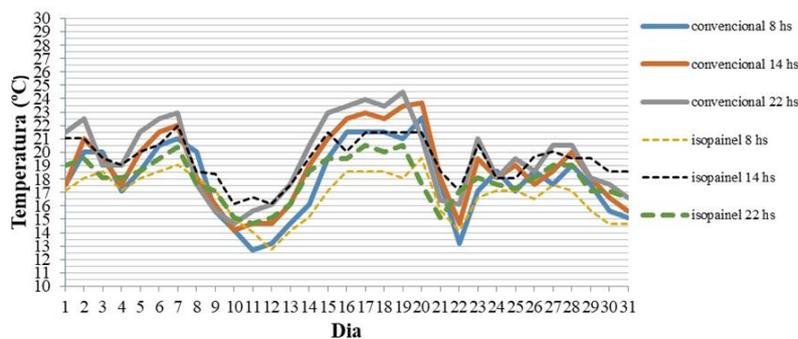


Figura 6: Temperaturas Internas do mês de Julho/2018. Fonte: Autores

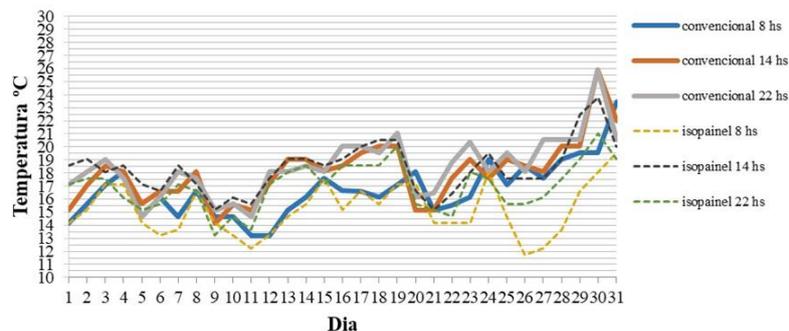


Figura 7: Temperaturas Internas do mês de Agosto/2018. Fonte: Autores

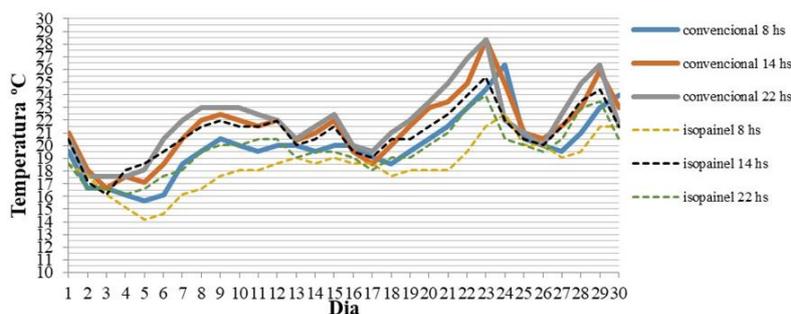


Figura 8: Temperaturas Internas do mês de Setembro/2018. Fonte: Autores

Verifica-se, nas Figuras 6, 7 e 8, que em todos os dias observados a residência com sistema convencional registou as maiores temperaturas internas na maioria dos horários do dia se comparada à residência com isopainel. Em contraponto tem-se a residência de sistema construtivo com isopainel com uma temperatura interna mais constante durante o decorrer do dia. Também é possível observar que no mês de Julho, nos dias com maiores temperaturas internas, como é o exemplo do dia 20/07/2018, tem-se uma diferença de temperatura interna entre as duas edificações considerável em todos os horários comparados do dia, chegando a 2,51°C, principalmente no dia supracitado, um dos dias de maior calor no período analisado.

Analisando um dos dias mais frios no período em estudo, é possível perceber que a residência de isopainel apresentou uma maior temperatura interna apenas no horário da tarde (14 horas), apresentando uma diferença de temperatura interna em relação a residência convencional de 1,47°C. Porém, nos demais horários (8 horas e 22 horas), percebe-se uma menor temperatura interna registrada em comparação com o sistema convencional. No registro das temperaturas internas às 8 horas, 14 horas e 22 horas, no dia 31/07/2018, dia este com maior temperatura no mês, a casa de isopainel teve menores temperaturas, obtendo uma diferença de até 3,91°C, às 8 horas da manhã.

Já a temperatura mais baixa durante o mês de Agosto foi registrada no dia 09/08/2018, obtida na residência de isopainel uma temperatura igual a 15,15° C, às 14 horas. Esta temperatura foi mais alta em relação à residência de sistema convencional que registrou 14,17°C. Porém, às 8 horas, o registro de temperatura maior é da residência de sistema convencional, com 15,15°C, ao contrário da residência de isopainel que registrou 13,20°C. No mês de setembro, o dia 05/09/2018 marcou as menores temperaturas e o dia 24/09/2018 marcou as maiores temperaturas. O que se percebe, com os resultados apresentados, é que no dia mais frio do mês a residência de isopainel obteve a maior temperatura interna às 14 horas, havendo uma variação de 1,46°C em relação à residência de sistema convencional. Nos demais horários analisados, as 8 horas e 22 horas, esta variação foi a mesma, porém a residência de sistema convencional registou as maiores temperaturas internas. Ainda, no dia de maior temperatura externa do mês de setembro, o registro de menores temperaturas internas foi na residência de isopainel chegando a variação de 3,91°C às 8 horas, se comparada ao sistema convencional.

Ainda, com relação às temperaturas internas, a Tabela 1 apresenta as médias de temperatura interna nos meses de julho, agosto e setembro de 2018, para os dois sistemas construtivos analisados. Na mesma, é possível observar que nos meses mais frios (julho e agosto) a residência de isopainel registrou maiores temperaturas internas às 14 horas, apresentando uma variação de 2,93% (19,42°C) no mês de julho e 1,47% (18,36°C) no mês de agosto, se comparada à residência convencional. Porém, no mês de

setembro, que a temperatura externa já é mais amena, devido à estação da primavera, a residência de isopainel registrou uma redução de temperatura interna equivalente a 2,24% (20,92°C), às 14 horas em relação à temperatura interna da residência com sistema convencional que foi de 21,40°C.

Tabela 1: Média das Temperaturas Internas

Mês / Sistema	Julho			Agosto			Setembro			Média Total		
	8 Hs	14 Hs	22 Hs	8 Hs	14 Hs	22 Hs	8 Hs	14 Hs	22 Hs	8 Hs	14 Hs	22 Hs
Méd. Res. Conven.	17,95	18,85	19,66	16,68	18,09	18,48	19,99	21,40	21,88	18,21	19,45	20,01
Méd. Res. Isopainel	16,78	19,42	17,99	15,18	18,36	16,99	18,41	20,92	19,66	16,79	19,57	18,21

Fonte: Autores

Ainda, analisando a Tabela 1, com relação às temperaturas internas registradas às 22 horas, a residência de isopainel obteve os menores registros, sendo em julho uma variação em relação a residência convencional de 1,67°C (8,49%), em agosto 1,49°C (8,06%) e setembro 2,22°C (11,34%).

Conforme os dados já apresentados há uma tendência de nos dias de maior temperatura interior a diferença entre os dois sistemas de fechamento estrutural ser considerável, onde a sistema de isopainel tende apresentar menor temperatura interna que o sistema convencional. Isso pode ser justificado por Bauer (1994), que afirma que a condutividade térmica do concreto cresce com o aumento da densidade, sendo função de sua densidade aparente.

Nota-se, então, que as temperaturas internas da residência convencional com tijolo cerâmico vão aumentando a temperatura durante a tarde, no entanto, tendem a resfriar lentamente durante a noite. Esse fato se dá, de acordo com Jardim (2007), pelas propriedades de armazenamento e condução de calor dos materiais utilizados no sistema convencional, que influenciam largamente a temperatura dos materiais. O mesmo autor ainda enfatiza que a configuração geométrica, a orientação das fachadas principais, tamanho e localização das janelas, propriedades dos materiais de construção e as cores das superfícies externas também tem grande influência na temperatura interna das edificações.

O sistema de fechamento com isopainel contribui para uma temperatura interna mais constante ao longo de todo o dia, evitando que no período da noite ocorra essa troca térmica, pois seu material interno é produzido com EPS, considerado um excelente isolante térmico devido suas células fechadas, cheias de ar que dificultam a passagem do calor. Também, é importante considerar como variação da temperatura interna alguns outros fatores como: a presença de pessoas no ambiente; se há ou não a abertura de janelas e portas para ventilação; o uso de eletrodomésticos; entre outros. Esses fatores podem ter alguma influência na análise realizada.

Na residência com sistema convencional, durante o período de medições, teve-se a ocupação por duas pessoas, que tem permanência constante na edificação na maior parte do dia, e assim facilitando a abertura de janelas para que ocorra a ventilação necessária. Já, na residência de isopainel, teve-se apenas uma pessoa residindo, e a mesma passa a maior parte do dia fora, resultando em pouca ventilação, pois não acontece a abertura de janelas durante o dia. Além disso, como já citado, a condutividade térmica dos materiais

usados na construção das edificações também contribui para a variação de temperatura. Pode-se observar que na residência de isopanel a condutividade térmica média é 0,033 W/(m²/°C). Já, na residência convencional com tijolo cerâmico, o valor de condutividade térmica varia entre 0,4 e 0,8 W/(m²/°C). (Laboratório de Propriedades Termo físicas - PROTOLAB- 27/09/2018)

Portanto, é possível perceber que o tijolo tem uma massa térmica elevada, sendo capaz de absorver, armazenar e liberar calor lentamente. Uma forma de amenizar esses efeitos é evitar a incidência de radiação solar usando brises, marquises e melhorando a vegetação no entorno da edificação. Analisando as temperaturas internas de ambas as residências, confirma-se que o sistema de fechamento com isopanel, por ter a condutividade térmica reduzida, proporciona uma temperatura mais constante no inverno e uma temperatura interna reduzida nos dias mais quentes, em relação à residência de sistema convencional.

Por isso conhecer as características dos materiais usados para o fechamento das edificações é imprescindível para o desempenho durante a vida útil da construção, proporcionando o conforto térmico ideal para os usuários. Porém no decorrer da pesquisa literária sobre os materiais de fechamento não foi possível realizar comparações com outras revisões bibliográficas, pois não há outros estudos comparativos entre os materiais da presente pesquisa em relação a temperaturas internas e externas.

4.2. Influência da temperatura externa na temperatura interna das residências estudadas

No decorrer da coleta de dados de temperatura interna também aconteceu a coleta de dados da temperatura externa em um dia da semana, a fim de complementar a pesquisa com o objetivo de análise da influência da temperatura externa na temperatura interna de cada residência. O dia escolhido de cada semana foi o domingo, sendo a coleta de dados realizada também às 8 horas, 14 horas e 22 horas. Com os dados das temperaturas externas, foi possível fazer um comparativo com as temperaturas internas de ambas as edificações, analisando assim a variação do comportamento térmico em cada dia. A comparação entre as temperaturas externa e interna, dos meses de julho, agosto e setembro, são apresentadas nas Tabelas 2.

Percebe-se que o dia de menor temperatura externa, 26/08/2018, foi registrado, às 8 horas, uma variação de temperatura interna de 14,5°C na residência com sistema convencional e 7,73°C na residência com sistema em isopanel. Já às 22 hs, a variação foi de 14,08°C para o sistema convencional e 11,64°C para o sistema de isopanel. O dia de maior temperatura durante o período de pesquisa foi dia 23/09/2018, que registrou temperaturas internas, às 8 horas, com uma variação de 2,86°C para a residência com sistema convencional e 5,79°C na residência com sistema com isopanel, em relação a temperatura externa. Às 22 horas, a residência com sistema convencional obteve uma temperatura mais elevada que a temperatura externa, em torno de 2,95° C. Já, o sistema convencional continuou o padrão de redução em torno de 1,45°C entre temperatura interna e externa.

Tabela 2: Temperaturas Externas e Internas

Data	Julho/2018								
	8 Hs - Temperatura (°C)			14 Hs - Temperatura (°C)			22 Hs - Temperatura (°C)		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
01/07/2018	15,01	17,60	17,11	20,00	17,60	21,02	16,00	21,50	19,06

08/07/2018	20,50	20,04	18,08	12,20	18,08	18,57	11,20	17,60	17,60
15/07/2018	20,50	19,55	17,11	22,90	21,02	21,51	21,50	22,97	19,55
22/07/2018	7,80	13,20	14,17	12,70	14,66	17,11	16,00	16,13	17,11
29/07/2018	17,60	17,60	15,64	19,50	18,08	19,55	13,60	18,08	17,11

Agosto/2018

Data	8 Hs - Temperatura (°C)			14 Hs - Temperatura (°C)			22 Hs - Temperatura (°C)		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
05/08/2018	10,70	14,66	14,17	16,00	15,64	17,11	11,20	14,66	15,15
12/08/2018	7,30	13,20	13,20	16,00	17,20	17,60	14,00	18,08	17,11
19/08/2018	18,00	17,11	17,11	2,00	20,04	20,53	18,00	21,06	20,04
26/08/2018	4,00	18,57	11,73	11,00	18,57	17,60	4,00	18,08	15,64
05/08/2018	10,70	14,66	14,17	16,00	15,64	17,11	11,20	14,66	15,15

Setembro/2018

Data	8 Hs - Temperatura (°C)			14 Hs - Temperatura (°C)			22 Hs - Temperatura (°C)		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
02/09/2018	15,00	16,62	17,60	16,60	18,08	17,11	16,00	17,60	16,62
09/09/2018	21,50	20,53	17,60	16,60	22,48	21,99	21,00	22,97	20,04
16/09/2018	21,40	20,04	18,57	23,90	19,55	19,55	21,00	20,04	19,06
23/09/2018	27,30	24,44	21,51	34,70	28,35	25,42	25,40	28,35	23,95
30/09/2018	18,00	23,95	21,51	22,90	22,97	21,51	20,50	21,51	20,53

Determinação da sequência: E - temperatura externa, C - temperatura interna na edificação convencional
I - temperatura interna na edificação com isopainel

Fonte: Autores

Ainda, nessa relação de temperatura externa e temperaturas internas das duas edificações, apresentadas nas Tabelas 2, é possível observar que em alguns horários do dia, ou até durante o dia todo, ambas as edificações não cumprem totalmente os requisitos da NBR 15.575-1 (ABNT, 2013), que estabelece uma variação mínima no inverno de 3°C, entre a temperatura interna e externa.

Confirma-se o que diz Madruga (2016), em dias de verão a temperatura interna das edificações com longos períodos de ocupação, sem qualquer fonte de calor deve ser menor do que a temperatura externa. Porém, no inverno, a temperatura interna sem fonte de calor deve ser superior a 3°C em relação à temperatura externa. A não ocorrência consecutiva de uma diferença de 3°C decorre de um conjunto de fatores que devem ser levados em consideração no momento de análise de dados, como por exemplo: a influência do clima do dia anterior à medição dos dados, caso tenha sido um dia de variação muito alta de temperatura e chuva, este ambiente leva um tempo mais longo para resfriar internamente esta edificação, causando assim uma perda de calor mais lenta, para que então entre em equilíbrio com a temperatura externa; a entrada de uma frente fria influencia na variação interna de temperatura, pois traz queda de temperatura mais brusca.

É possível confirmar isso com os dias 24/08/2018 e 25/08/2018, que antecederam o dia 26/08/2018, que foi o dia da medição da temperatura externa na cidade de Caiçara-RS. Segundo o site do INMET, ocorreram variações de temperaturas como: dia 24/08/2018 (variação de 13°C a 23° C) e dia 25/08/2018 (variação de 6°C a 13° C). O dia 26/08/2018 registrou geada ao amanhecer e teve uma temperatura externa registrada manualmente variando entre 4°C pela manhã e 18,57° C à tarde, confirmando então com o site no INMET que registrou uma variação de 4° C a 16°C.

Ainda, a abertura de janelas em uma edificação e em outra não, a presença de pessoas, a presença de aquecimento mecânico, tudo vem a contribuir para uma diferenciação de temperatura externa e interna. Isso é observado pelo fato de a residência de sistema

convencional predispor de um aquecimento artificial nos dias mais frios da estação, com o uso de fogão a lenha. Este sistema provavelmente causou alteração nas medições, pois no momento que a edificação é aquecida durante o final da tarde, por exemplo, permanece retendo o calor por algumas horas e resfriando lentamente.

Porém, no mês de setembro, que não se teve a influência do aquecimento mecânico, os dados observados são equivalentes aos meses anteriores. Na maioria dos registros a residência de sistema convencional apresentou as maiores temperaturas internas. Analisando os dias 23/09/2018 e 24/09/2018, têm-se temperaturas altas devido a estação do ano estar na primavera, proporcionando assim dias mais quentes e, com isso, observa-se que há uma grande diferença de temperatura nestes dias em relação aos dois sistemas de fechamento das residências. Nestes dias (23/09/2018 e 24/09/2018), a temperatura externa de acordo com o site do INMET foi: no dia 23/09/2018 (temperatura variando entre 20°C a 35°C) e no dia 24/09/2018 (temperatura variando entre 18°C a 26°C). A partir dos dados do INMET, é possível constatar que o sistema de fechamento com isopainel confirma sua redução de temperatura interna em relação à externa, principalmente em dias com temperaturas mais elevadas.

Diante destes registros o sistema de fechamento com isopainel apresenta os melhores resultados em relação às temperaturas internas, aumentando assim o conforto térmico, proporcionando menores temperaturas principalmente nos horários da manhã e noite, onde a variação da temperatura interna e externa é maior.

5. Conclusão

A partir da pesquisa e seus resultados, confirmou-se que os materiais de revestimento da edificação são elementos fundamentais para um melhor conforto térmico, assim como a orientação solar e o uso desta edificação, estabelecendo com isso uma interação entre o clima e o ambiente construído e em consequência obtendo uma construção climaticamente equilibrada. Através da análise realizada, observou-se que a residência com material construtivo convencional possui temperaturas internas mais elevadas durante a noite se comparada ao sistema de isopainel. Isso acontece pelo fato do material cerâmico (tijolo) reter mais o calor absorvido durante o dia e resfriar lentamente durante a noite. Isso no verão se torna um ponto negativo, pois o resfriamento mecânico se torna necessário.

Já o isopainel que é formado por placas-fabricadas, desmontáveis, removíveis, com duas faces autoportante, é um material que possui uma condutividade térmica reduzida em relação ao sistema convencional, com seu núcleo de EPS (poliestireno), o que evita estas trocas térmicas, resultando em temperaturas mais constantes durante o dia e a noite. Como as medições se realizaram na maior parte na estação do inverno, o ambiente interno sempre teve registros maiores em relação à temperatura externa. E em contrapartida nos dias de registro de maiores temperaturas, estes ambientes confirmaram menores temperaturas internas em relação às externas.

Para obter melhores condições térmicas é necessário que ocorra uma ação conjunta com os moradores da edificação para que no momento do planejamento da edificação optem por uma cobertura térmica, sistema correto de ventilação cruzada, uma adequada arborização, a escolha correta do sistema de fechamento da edificação, entre outros. A ação conjunta desses elementos provoca a redução de carga térmica e o efeito da radiação, em consequência, resulta na redução de consumo de energia elétrica e proporcionando assim um melhor conforto térmico.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15220-3.** Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, 2005. Acesso dia 17 mai 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15575-1.** Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais, 2013. Acesso dia 01 out.2018
- BANZI, M.** Getting Started with Arduino. 3. ed. [S.l.]: Make, v. I, 2008.
- BAUER, L. A. F.** Materiais de Construção. 5.ed, vol. 1 e vol. 2. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Minas Gerais,1994.
- BEZERRA L.A.C.** Análise do desempenho térmico de sistema construtivo de concreto com EPS como agregado graúdo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFRN, Natal-RN, 2003.
- COSTA, E. C.** Arquitetura Ecológica: condicionamento térmico natural- São Paulo: Bucher, 1982.
- HERTZ, John (1998):** Ecotécnicas em arquitetura: como projetar nos trópicos úmidos do Brasil. São Paulo, Pioneira, 125p
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas por cidades.** 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html>. Acesso 13 mai 2018.
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Previsão do tempo.** 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=sm_previsao_tempo. Acesso 29 abr 2018.
- ISOESTE.** 2018. Disponível em: http://www.isoeste.com.br/portfolio_item/painel-isojoint-frigo-pur-pir/. Acesso 19 mai 2018.
- JARDIM, C. H.** Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas. Tese (doutorado em Geografia). UNICAMP – Instituto de Geociências. Campinas/São Paulo, 2007.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K & LABAKI, L. C.** O Projeto Arquitetônico e o Conforto Ambiental: Necessidade de uma metodologia. In: ENTAC 93, 146 Encontro Nacional de Tecnologia do ambiente Construído: Avanços em tecnologia e Gestão da Produção de Edificações, 1993, São Paulo. Anais do ENTAC 93, 1993. p. 785-794.
- KEELER, M. & Burke, B.** Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis. Porto Alegre: Bookman, 2010. 362p.
- LAMBERTS, R.** Desempenho Térmico de Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina- CTC- Departamento de Engenharia Civil. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. 2016.
- MADRUGA, E. L.** Desempenho térmico: comparativo de edificações em light steel framing com edificações em bloco cerâmico através de simulação computacional. 2016. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- PROTOLAB, Laboratório de Propriedades Termo Físicas. Condutividade dos Materiais.** 2018. Disponível em: http://www.protolab.com.br/Condutividade_Termica.htm. Acesso 27 set 2018.
- RECONSUL COMPRESSORES E REFRIGERAÇÃO.** Câmaras Frigoríficas.2018. Disponível: <http://www.recomprefrigeracao.com.br/camarasfrigorificas.htm/>. Acesso: 02 de jun 2018.
- SANTOS, R. L. & ANDRADE, H. O.** Avaliação quantitativa do conforto térmico de uma cidade em área de transição climática: Feira de Santana-Bahia, Brasil. Revista de Geografía Norte Grande, n. 40, p. 77-84, 2008.
- SANTOS, R. D.** Dissertação: Estudo Térmico e de materiais de um compósito a base de gesso e EPS para construção de casas populares. UFRN, Natal, 2008.
- SARTORI, M. G. B.** A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. UFSM – Departamento de Geografia, São Paulo Publicação 06 de dezembro de 2002.