

## ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE DUAS HABITAÇÕES UNIFAMILIARES UTILIZANDO O SISTEMA ETICS NA CIDADE DE AQUIRAZ - CE<sup>1</sup>

MARCELINO, Renato (1); LEITE, Renan C. V. (2)

(1) UNIFOR, e-mail: arq.renatomarcelino@gmail.com (2) UNIFOR, e-mail: renancid@bol.com.br

### RESUMO

Uma das principais preocupações do arquiteto passa por assegurar as condições de conforto térmico no interior das edificações. O presente estudo teve como propósito central analisar e comparar o desempenho térmico de duas habitações localizadas em Aquiraz - Ceará, através de medições in loco da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, para verificar o efeito do sistema External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS). Para a elaboração deste estudo foram utilizados três aparelhos registadores portáteis eletrónicos, modelo HOBO®. A utilização dos mesmos permitiu recolher os dados da temperatura do ar e da umidade relativa do ar. Para uma análise mais precisa, os três aparelhos foram programados para obter leituras de 5 em 5 minutos por um período de 8 dias. Comparando as duas habitações, verificou-se que a habitação com ETICS apresentou valores inferiores de temperatura do ar em relação à habitação sem ETICS, como uma diferença de 1,5°C a 2°C, sendo esta diferença bastante significativa.

**Palavras-chave:** Isolamento térmico. ETICS. Medições in loco.

### ABSTRACT

*One of the top concerns of the architect is to ensure that the thermal conditions inside of the buildings. This study had the central purpose analyse and compare the thermal performance on two houses located in Aquiraz-Ceará, through measurements in loco of the air temperature and humidity, to check the effect of the system External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS). For the preparation of this study were used three HOBO® Data Loggers. The use of these allowed to collect air temperature data and relative humidity. For more accurate analysis, the three devices were programmed to give readings of 5 in 5 minutes for a period of 8 days. Comparing the two houses, it was found that the house with ETICS presented lower values of air temperature than the house without ETICS, showed a difference between 1,5°C to 2°C, this being very significant difference.*

**Keywords:** Thermal insulation. ETICS. In loco measurements.

### 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais o ser humano compromete o futuro da nossa espécie e se o mesmo não encontrar soluções, a habitabilidade é prejudicada uma vez que há limites à sustentabilidade.

<sup>1</sup> MARCELINO, Renato; LEITE, Renan C. V. Análise do comportamento térmico de duas habitações unifamiliares utilizando o sistema ETICS na cidade de Aquiraz – CE. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Por esta razão, torna-se necessário incluir nos projetos sistemas construtivos com considerações energéticas e ambientais. É neste contexto que se insere a Arquitetura Bioclimática e Sustentável, que visa a harmonização das construções e das características climáticas locais, otimizando as relações entre o homem e a natureza, quer no que diz respeito à redução de impactos ambientais, como também na melhoria das condições de vida humana, conforto e redução de consumo energético (KAPPAUN, 2012).

Assim sendo, temos que ter consciência na forma como a energia disponível é utilizada, visto que ela é a chave de todo o processo de desenvolvimento da sociedade moderna. Portanto, o aumento da eficiência energética das operações da humanidade é imprescindível para se atingir os objetivos do novo modelo de desenvolvimento, tanto pela diminuição da intensidade energética global, como pelo aumento dos correspondentes resultados económicos (PINHEIRO, 2013).

Existem normas que regulam o desempenho térmico e a eficiência energética das edificações desde a década de 1970 em diversos países. Essas normas definem critérios e requisitos para que as construções sejam baseadas nas características climáticas locais e garantam um desempenho térmico mínimo (KAPPAUN, 2012).

Desta forma, é importante o avanço tecnológico de materiais e técnicas construtivas que possibilitem um maior conforto ao usuário, além de buscar soluções alternativas e de baixo custo. Dentro destas novas tecnologias temos o sistema *External Thermal Insulation Composite Systems* (ETICS).

Por outro lado, e principalmente em países europeus e norte-americanos, o isolamento térmico e acústico das fachadas é um aspeto culturalmente adquirido, mesmo em climas muito distintos. No entanto, no Brasil ainda existe uma resistência por parte dos profissionais em enveredar por estas opções no ato de projetar e construir. Assim, a utilização de sistemas de isolamento é uma das soluções para atingir uma maior eficiência energética e, consequentemente, um maior conforto do usuário, seja em ambientes naturais ou climatizados (CHAIBEN, 2014).

Este estudo teve como propósito analisar e comparar o desempenho térmico de duas habitações localizadas em Aquiraz, Ceará, através de medições *in loco* da temperatura do ar e da umidade relativa para verificar o efeito do sistema *External Thermal Insulation Composite Systems* (ETICS).

Para a elaboração deste estudo foram utilizados três aparelhos registadores portáteis eletrónicos, modelo HOBO® Data Logger, da empresa Onset Computer Corporation. A utilização dos mesmos permitiu recolher os dados da temperatura do ar (bulbo seco) e da umidade relativa do ar.

Comparando as duas habitações, verificou-se que a habitação com ETICS apresentou valores inferiores de temperatura do ar em relação à habitação sem ETICS na maior parte das medições efetuadas, sendo que em alguns casos houve diferenças de 1,5°C a 2°C entre as duas habitações.

Em suma, este estudo foca comparativamente o comportamento térmico de duas habitações, construídas pelo autor, em que numa delas foi aplicado o sistema ETICS nas paredes de alvenaria exteriores, verificando como este sistema influência o desempenho térmico do ambiente selecionado.

## 1.1 OBJETIVO

Analizar e comparar o desempenho térmico de duas habitações localizadas em Aquiraz - Ceará, através de medições *in loco* da temperatura do ar e da umidade relativado ar, para verificar o efeito do sistema *External Thermal Insulation Composite Systems* (ETICS).

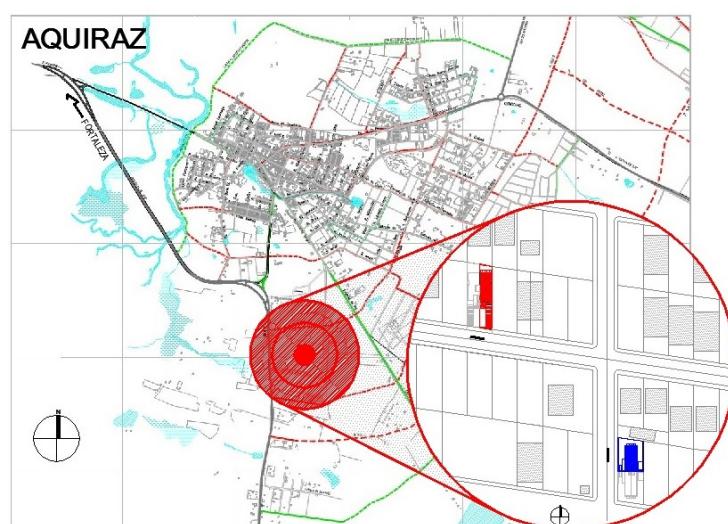
## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Caracterização do local e dos objetos de estudo

A cidade de Aquiraz situa-se na costa leste do litoral Cearense e está localizada na Região Metropolitana de Fortaleza, entre as seguintes coordenadas geográficas: latitude 03° 55' 08.6'' S e longitude 38° 23' 05.8'' W. Segundo a classificação climática de Koppen Geiger, a região de Aquiraz apresenta um clima AW, tratando-se de um clima tropical semi-úmido, com duas estações bem definidas: seca (Outono/Inverno) e chuvosa (Primavera/Verão). Aquiraz possui uma amplitude térmica praticamente estável ao longo de todo o ano, com uma temperatura média anual de 26.5°C, sendo que a temperatura média máxima dos meses mais quentes (Dezembro e Janeiro) é de 29.5°C e a temperatura média mínima do mês mais frio (Julho) ronda os 24.9°C. Importa referir que nesta região predominam os ventos de Sudeste e durante o ano a umidade relativa do ar apresenta uma média que ultrapassa os 70% (CORDEIRO; MARINHO, s.d.).

As habitações foram projetadas e construídas pelo autor (figura 1).

Figura 1 – Localização dos objetos de estudo



Fonte: Arquivo do autor

Estão inseridas numa zona residencial de baixa densidade, onde predominam habitações unifamiliares. As duas habitações têm o mesmo tipo de construção e a mesma orientação solar, distinguindo-se apenas pela aplicação de um sistema de isolamento térmico pelo exterior – ETICS, utilizado nas paredes de um das duas habitações. Deste modo, a escolha destas duas habitações baseou-se no fato de ambas terem uma arquitetura semelhante, permitindo comprovar se a utilização do sistema ETICS é uma solução eficiente para o desempenho térmico. Para o efeito, as duas habitações foram denominadas da seguinte forma: Habitação 1 (habitação com ETICS) e Habitação 2 (habitação sem ETICS).

As duas habitações são de volumetria simples, constituídas por um único piso, com dimensões relativamente pequenas e com materiais e áreas semelhantes.

As metodologias construtivas utilizadas foram semelhantes nas duas habitações: paredes em alvenaria tradicional simples (tijolo cerâmico de 6 furos) com reboco de 2cm de espessura e uma laje pré moldada, utilizando vigotas de concreto protendido e placas de poliestireno expandido (EPS). E posteriormente foi adicionada uma camada de concreto armado com 5cm de espessura, oferecendo resistência e coesão ao conjunto. Para concluir o processo construtivo utilizou-se uma cobertura em chapa galvanizada simples, permitindo a recolha das águas pluviais.

Em relação ao sistema ETICS, este foi utilizado apenas na Habitação 1. A técnica foi aplicada pelo exterior, através de placas de poliestireno expandido (EPS) coladas às paredes de alvenaria, revestidas com reboco delgado e armado com rede de fibra de vidro e pintadas de branco (Figura 2).

Importa referir que existe uma grande diferença do Coeficiente Global de Transmissão Térmica entre os sistemas, sendo que  $U=0,78\text{W/m}^2\text{k}$  para o sistema ETICS e  $U=2,39\text{W/m}^2\text{k}$  para o sistema construtivo de alvenaria simples de tijolos cerâmicos de seis furos.

Figura 2 – Aplicação do sistema ETICS



Fonte: Arquivo do autor

Este sistema construtivo surge como uma solução para habitações com um isolamento térmico insuficiente. A utilização do mesmo permite inúmeras vantagens, tais como: a economia de energia devido à redução das necessidades de arrefecimento do ambiente interno, a diminuição do risco de condensações internas, o aumento da durabilidade das fachadas, entre outras.

## 2.2 Instrumentos e procedimentos utilizados

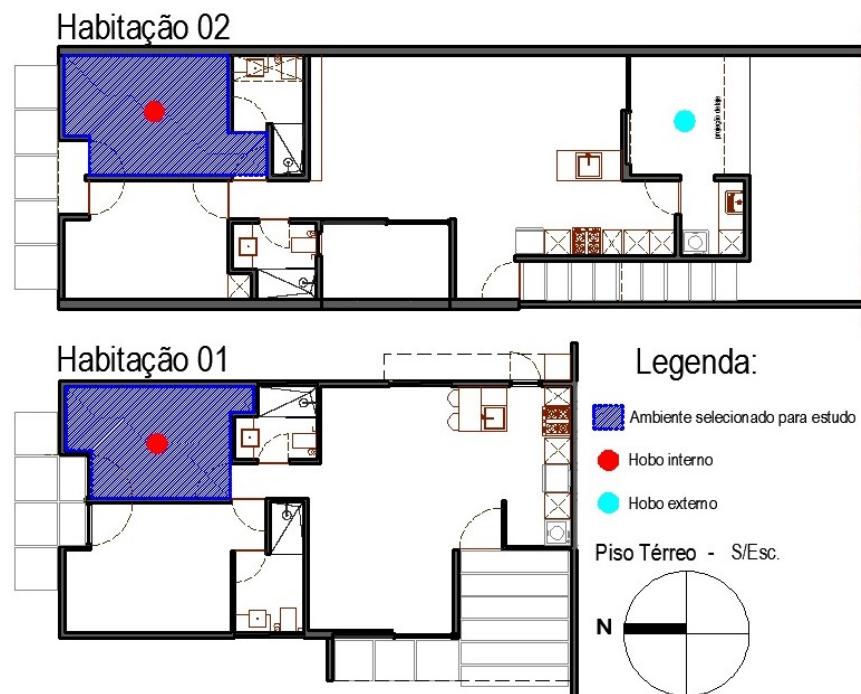
Para a elaboração deste estudo foram utilizados três aparelhos registadores portáteis eletrónicos, modelo HOBO® Data Logger, da empresa Onset Computer Corporation. A utilização dos mesmos permitiu recolher os dados da temperatura do ar (bulbo seco) e da umidade relativa do ar. Para uma análise mais precisa, os três aparelhos foram programados para obter leituras de 5 em 5 minutos por um período de 8 dias.

Importa referir que os três aparelhos foram numerados para facilitar a sua identificação e, posteriormente foram calibrados e testados antes de serem utilizados em campo, durante 2 dias no mesmo local.

Os dados da temperatura e da umidade interna e externa foram recolhidos *in loco* e em simultâneo nas duas habitações. Durante este procedimento optou-se também por realizar medições com os ambientes fechados e com os ambientes abertos. De referir ainda que durante as medições *in loco* a Habitação 1 estava ocupada e a Habitação 2 desocupada. Desta modo, o ambiente selecionado na Habitação 1 ficou totalmente fechado e sem qualquer interferência humana.

As medições da temperatura e da umidade interna com os ambientes fechados foram efetuadas durante 6 dias consecutivos, no período de 22/09/2015 a 27/09/2015. Acresce referir que nas duas habitações optou-se por fazer as medições em um dos quartos, isto por se tratar de um ambiente com a mesma área, com a mesma forma e com a mesma orientação solar a Norte. De referir ainda que dois dos aparelhos ficaram localizados a uma altura de 1,50m do piso e centralizados no ambiente estudado. Foram também efetuadas medições da temperatura e da umidade interna com os ambientes abertos durante 2 dias consecutivos, no período de 28/09/2015 a 29/09/2015, conseguindo, assim, uma análise comparativa com o ambiente fechado. Podemos observar na Figura 3 a identificação dos dois ambientes selecionados e ainda o local exato da colocação dos três aparelhos.

Figura 3 – Planta das habitações selecionadas para o estudo



Fonte: Arquivo do autor

Paralelamente, e com o intuito de comparar as temperaturas internas e externas, foi utilizado um terceiro aparelho na Habitação 2 para registrar os dados da temperatura e da umidade externa, durante os períodos de 22/09/2015 a 27/09/2015 e de 28/09/2015 a 29/09/2015. Uma vez que estes aparelhos são sensíveis à radiação solar direta e à chuva, o equipamento foi instalado numa área sombreada externa e foi colocado dentro de protetores do tipo *shield*, em PVC, da marca HOBO, com pequenas aberturas que permitissem a livre circulação do ar. De referir ainda que o equipamento ficou localizado a uma altura de 1,50m do piso.

Foi também efetuada uma comparação com os dados da temperatura e da umidade externa coletados pela estação meteorológica da Funceme, localizada no Castelão, para posteriormente analisar o comportamento da variação térmica verificada no local de estudo.

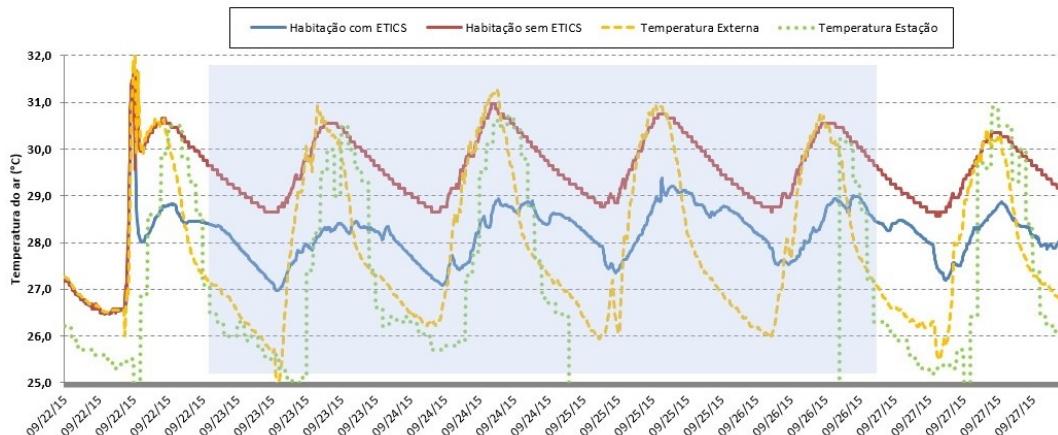
### 2.3 Técnica de análise

Os dados recolhidos pelos três aparelhos foram exportados para uma planilha eletrónica, e através desta obtiveram-se diferentes gráficos referentes às temperaturas coletadas durante os períodos mencionados anteriormente. Consequentemente, a partir dos gráficos foi possível analisar o comportamento térmico das duas habitações, quer ao nível da variação da temperatura e da umidade do ar, como também perceber como é que estas duas variáveis se comportam com os ambientes abertos e fechados.

### 3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Apresentam-se, a seguir, os resultados obtidos nas medições da temperatura e da umidade nas duas habitações durante 8 dias consecutivos. Para uma análise comparativa mais eficiente, os registros do primeiro e do último dia foram excluídos da pesquisa. Os resultados obtidos com os ambientes fechados podem ser observados na Figura 4.

Figura 4 – Variação das temperaturas internas e externas com os ambientes fechados



Fonte: Arquivo do autor

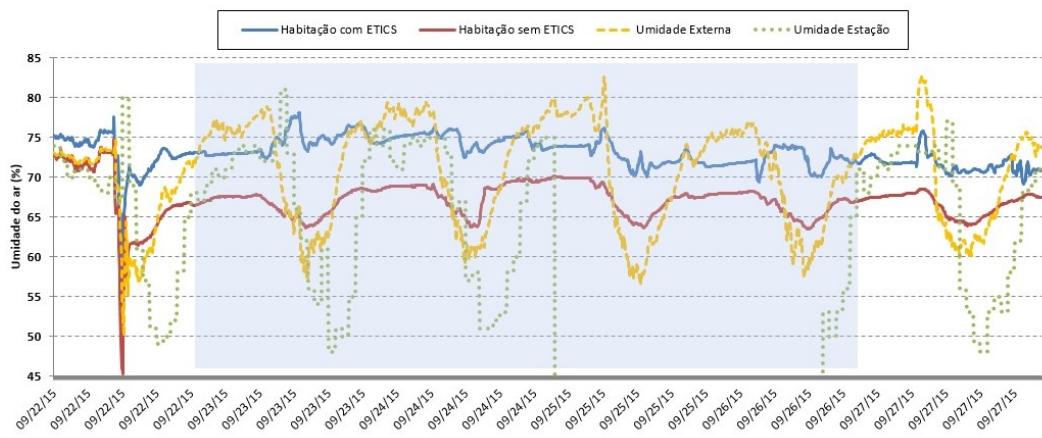
Após uma análise da Figura 4, constatamos que existem diferenças significativas de temperatura entre as duas habitações. A Habitação 1 obteve valores inferiores de temperatura relativamente à Habitação 2, apresentando em alguns momentos diferenças de 2°C. Neste sentido, o valor máximo absoluto de temperatura do ar na Habitação 1 foi de 29,30°C às 14h25min do dia 25/09/2015, enquanto a Habitação 2 apresentava, à mesma hora, uma temperatura de 30,80°C. Relativamente aos valores mínimos, estes foram obtidos às 6h40min do dia 23/09/2015, apresentando uma temperatura de 27,01°C na Habitação 1 e de 28,70°C na Habitação 2.

O valor mais significativo entre a Habitação 1 e a Habitação 2 ocorreu no dia 24/09/2015 às 14h10min, registrando temperaturas de 28,90°C e de 30,95°C respectivamente. Ao analisar os dados obtidos, percebe-se que as duas habitações têm um comportamento similar de variação térmica, separados por 1,5°C a 2,05°C entre si. Esta condição justifica-se pela utilização do sistema ETICS na Habitação 1, reduzindo eficazmente a variação térmica e, consequentemente, colocando a habitação com um melhor conforto térmico para o usuário.

É possível verificar ainda que, quando a temperatura externa atinge o seu pico máximo a cada dia por volta das 14h00min, a Habitação 1 obtém um desempenho térmico bastante satisfatório, conseguindo em muitos momentos do dia mais de 2°C de diferença relativamente à temperatura externa. Por outro lado, a temperatura interna da Habitação 2 acompanha a temperatura externa nos picos máximos.

Outro dado analisado foi o registro da umidade relativa do ar durante os 6 dias de coleta de dados. Como podemos observar na Figura 5, as duas habitações apresentam comportamentos distintos, pois a Habitação 1 obteve valores de umidade superiores à Habitação 2. Isto deve-se ao fato de o sistema ETICS ser um bom isolamento térmico e apresentar uma baixa condutividade térmica.

Figura 5 – Variação das umidades internas e externas com os ambientes fechados



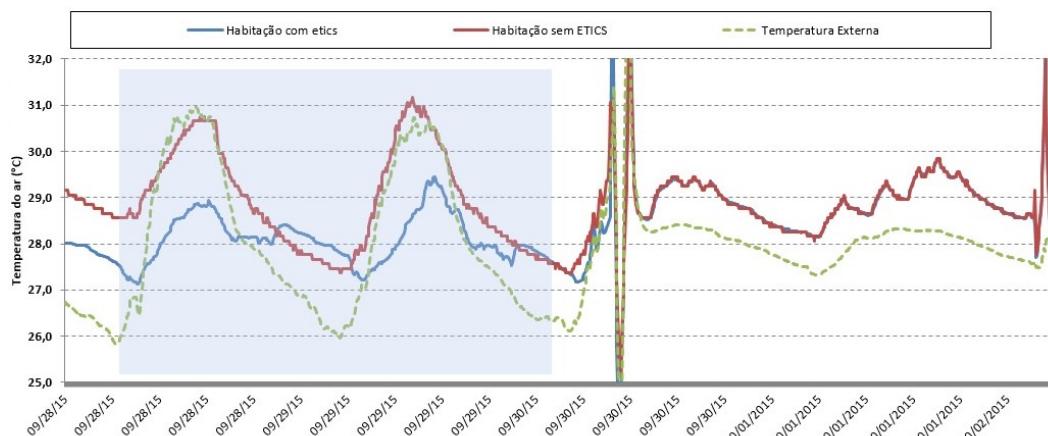
Fonte: Arquivo do autor

Observa-se também que a umidade relativa externa alcançou picos superiores a 83%, enquanto a umidade relativa interna não ultrapassou os 77%. De referir que a Habitação 1 obteve valores de umidade superiores relativamente à Habitação 2, com uma diferença de 7,5% a 8,5% entre ambas.

No que diz respeito aos dados coletados com os ambientes abertos durante 2 dias consecutivos, podemos observar na Figura 6 que a variação da temperatura teve um comportamento diferente daquela que foi observada com os ambientes fechados.

Verifica-se ainda que, durante a maior parte do dia, a Habitação 1 continua a demonstrar uma temperatura interna inferior em relação à Habitação 2. Porém, em alguns momentos, nomeadamente ao final do dia, os valores obtidos pelas duas habitações são praticamente os mesmos, sendo que por vezes a Habitação 2 consegue obter valores de temperatura inferiores à Habitação 1. Isto deve-se, novamente, ao sistema ETICS utilizado na Habitação 1, que por sua vez obtém um coeficiente de condutibilidade térmica menor relativamente à Habitação 2, ou seja, se por um lado a Habitação 1 tem a capacidade de reduzir a transferência de calor do exterior para o interior, por outro lado observamos que, com os ambientes abertos, a Habitação 1 tem a mesma capacidade de reduzir essa transferência de calor do interior para o exterior.

Figura 6 - Variação das temperaturas internas e externas com os ambientes abertos



Fonte: Arquivo do autor

Constatou-se também que o valor máximo absoluto de temperatura do ar na Habitação 2 foi de 31,20°C às 13h00min do dia 29/09/2015, enquanto à mesma hora a Habitação 1 apresentava uma temperatura de 28,60°C. Importa referir que a Habitação 1 só atingiu o seu pico máximo, no mesmo dia, às 15h05min, com uma temperatura de 29,35°C. Compreende-se que, com os ambientes abertos, os valores máximos de temperatura em cada habitação são a diferentes horas do dia.

Em relação aos valores mínimos de temperatura, estes foram obtidos às 7h35min do dia 29/09/2015, com uma temperatura de 27,22°C na Habitação 1 e de 27,46°C na Habitação 2.

Podemos verificar ainda que quando a temperatura do ar externa atinge o seu pico máximo por volta das 13h30min, a Habitação 1 consegue obter novamente um desempenho térmico satisfatório, conseguindo 1,5°C de diferença relativamente à temperatura externa do ar. Por outro lado, a temperatura do ar interno da Habitação 2 acompanha novamente a temperatura externa nos picos máximos.

Quanto ao registro da umidade relativa do ar com os ambientes abertos, podemos observar na Figura 7 que o comportamento das habitações difere em relação à umidade relativa do ar analisada com os ambientes fechados. O comportamento da Habitação 2 é aquele que mais se destaca, visto que os valores coletados são muito idênticos aos da umidade externa.

Figura 7 – Variação das umidades internas e externas com os ambientes abertos



Fonte: Arquivo do autor

Deste modo, verifica-se que a Habitação 1 apresenta uma umidade mais constante ao longo do período de medição, variando entre 67% e 75%. Já na Habitação 2 os valores da umidade variam entre 56% e 71,5%.

Relativamente à umidade relativa do ar externa, observou-se que a mesma obteve um pico máximo de 77% e um pico mínimo de 54,5%.

De certa forma, as habitações em estudo apresentam um desempenho adequado em relação à umidade relativa do ar no seu interior.

#### 4 CONCLUSÃO

Este estudo surgiu da necessidade de avaliar o desempenho térmico de duas habitações projetadas pelo autor, permitindo verificar se a utilização de isolamento térmico pelo exterior é um método viável na construção Brasileira, sobretudo para as regiões quentes e úmidas.

Após a análise comparativa das duas habitações, concluímos que a Habitação 1 obteve valores inferiores de temperatura relativamente à Habitação 2, apresentando em alguns momentos diferenças de 2°C. Esta diferença de temperatura deve-se à colocação de placas de isolamento térmico pelo exterior (EPS), de 3cm de espessura, utilizadas na Habitação 1, onde se obteve temperaturas mais baixas. Neste sentido, podemos afirmar que os resultados obtidos na Habitação 1 resultam da grande diferença do Coeficiente Global de Transmissão Térmica entre os sistemas, sendo que  $U=0,78\text{W/m}^2\text{k}$  para o sistema ETICS e  $U=2,39\text{W/m}^2\text{k}$  para o sistema construtivo de alvenaria simples de tijolos cerâmicos de seis furos.

Face ao exposto, evidencia-se o potencial de sistemas construtivos mais isolantes do ponto de vista térmico, uma vez que a economia de recursos é cada vez mais uma preocupação, quer a nível energético quer a nível económico. Portanto, o sistema ETICS está inteiramente associado à economia, não apenas no campo de isolamentos eficientes, mas também por ser uma solução de baixo custo, obtendo resultados bastante satisfatórios para o usuário.

Relativamente ao custo médio de instalação do ETICS, este pode variar dependendo do grau de dificuldade da fachada e dos materiais isolantes escolhidos. Comparando com a alvenaria simples de tijolos cerâmicos de seis furos, o custo médio por m<sup>2</sup> da instalação deste sistema é aproximadamente 40% superior ao convencional.

Podemos concluir que para um maior conforto dos usuários, as habitações têm que ter soluções construtivas que visem o bem-estar, e que de certa forma possam contribuir para reduzir os ganhos térmicos e, consequentemente, os gastos energéticos.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) pelos equipamentos cedidos que permitiram realizar as medições.

### REFERÊNCIAS

CHAIBEN, C. **Sistema de isolamento térmico de fachadas pelo exterior (ETICS): avaliação preliminar de viabilidade para sua aplicação no Brasil**. Curitiba: Cátia Chaiben. Monografia de Especialização apresentada à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

CORDEIRO, W. & MARINHO, J. **Aplicação Hidrogeológica do método geofísico VLF (Very Low Frequency) em áreas de coberturas sedimentares cenozóicas do Ceará, Brasil**. 1º Joint World Congress on Groundwater, s.d.

KAPPAUN, K. **Avaliação do desempenho térmico em edificações de blocos estruturais cerâmicos e de blocos estruturais de concreto para a zona bioclimática 2 Brasileira**. Santa Maria: Kamila Kappaun. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

PINHEIRO, S. **Análise do Comportamento Térmico de Habitações Unifamiliares tendo em conta o conforto dos seus ocupantes**. Guimarães: Sílvia Pinheiro. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Minho, 2013.