



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**SISTEMA MONOLÍTICO DE EPS: DESEMPENHO
TÉRMICO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIA EM BELÉM DO
PARÁ SOB A ANÁLISE DA NBR-15575-4**

ACYLINO ANDRADE FAVACHO

**Belém - PA
Dezembro/2023**

ACYLINO ANDRADE FAVACHO

**SISTEMA MONOLÍTICO DE EPS: DESEMPENHO
TÉRMICO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIA EM BELÉM DO
PARÁ SOB A ANÁLISE DA NBR-15575-4**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de
Engenharia Civil do Instituto de
Tecnologia da Universidade Federal
do Pará, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Renato Martins
das Neves

**Belém - PA
Dezembro-2023**

ACYLINO ANDRADE FAVACHO

**SISTEMA MONOLÍTICO DE EPS: DESEMPENHO
TÉRMICO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIA EM BELÉM DO
PARÁ SOB A ANÁLISE DA NBR-15575-4**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de
Tecnologia da Universidade Federal do Pará,
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil

Aprovado em ____ / ____ / ____

Examinadores:

Professor Dr. Renato Martins das Neves
Universidade Federal do Pará - UFPA
Orientador

Professor Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte
Universidade Federal do Pará - UFPA
Membro da banca

Professor Me. Gabriel Villas Boas de Amorim Lima
Universidade Federal do Pará - UFPA
Membro da banca

À minha família, razão de minha
existência.

A Deus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, pela base forte, princípios éticos e incondicionais incentivadores para uma educação acadêmica contínua.

Ao meu filho, pela compreensão nos momentos de ausência e força para que nunca desistisse nessa missão.

À minha amada Irmã, pelas palavras de incentivo e apoio incondicional nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos, pelo incentivo e apoio.

Às minha Sobrinhas, pela torcida que me impulsionou, vocês são mulheres fortes e vitoriosas.

Ao meu orientador, Dr. Renato Martins das Neves, pessoa que admiro e prezo, pelo aceite nessa árdua missão, minha eterna gratidão mestre!

E por fim, a todos que direta ou indiretamente, colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

Meus eternos e imensuráveis agradecimentos.

“Existe uma força motriz mais poderosa do que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a Vontade.” (EINSTEIN, Albert)

FAVACHO, ACYLINO A. SISTEMA MONOLÍTICO DE EPS: DESEMPENHO TÉRMICO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIA EM BELÉM DO PARÁ SOB A ANÁLISE DA NBR-15575-4. 2023. 23 f. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

Título: SISTEMA MONOLÍTICO DE EPS: DESEMPENHO TÉRMICO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIA EM BELÉM DO PARÁ SOB A ANÁLISE DA NBR-15575-4.

RESUMO

O sistema monolítico de poliestireno expandido (EPS), é uma tecnologia inovadora que atende às exigências da Norma de Desempenho das Edificações (NBR15575) em relação ao desempenho térmico. Com sua estrutura integrada de isolamento térmico, revestimento e acabamento, o sistema oferece diversas vantagens em relação às técnicas construtivas convencionais como fechamento em alvenaria. Este trabalho tem como objetivo confirmar as vantagens do desempenho térmico do sistema monolítico de EPS em conformidade com as diretrizes da NBR15575. Foram analisadas as vantagens relacionadas ao de desempenho térmico para avaliar a eficácia do sistema na regulação da temperatura interna dos edifícios, de acordo com os critérios estabelecidos na norma. Para isso, foram realizados estudos teóricos e práticos, incluindo a análise de caso na utilização do sistema em edificação. Como principal resultado, foi verificada a eficiência do sistema segundo os requisitos da norma quanto e a vantagem do sistema aplicado na região de Belém do Pará. Espera-se que este estudo contribua para o aprimoramento da tecnologia de construção civil em conformidade com as normas e padrões de qualidade exigidos pelo mercado.

Palavras-chave: Paredes de EPS, Desempenho térmico, Eficiência energética, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The monolithic expanded polystyrene (EPS) system is an innovative technology that meets the requirements of the Building Performance Standard (NBR15575) in relation to thermal performance. With its integrated thermal insulation, coating and finishing structure, the system offers several advantages over conventional construction techniques such as masonry enclosures. This work aims to confirm the advantages of the thermal performance of the monolithic EPS system in accordance with the guidelines of NBR15575. The advantages related to thermal performance were analyzed to evaluate the effectiveness of the system in regulating the internal temperature of buildings, in accordance with the criteria established in the standard. To this end, theoretical and practical studies were carried out, including case analysis on the use of the system in buildings. As the main result, the efficiency of the system was verified according to the requirements of the standard and the advantage of the system applied in the region of Belém do Pará. It is expected that this study will contribute to the improvement of civil construction technology in accordance with the standards and quality standards required by the market.

Keywords: EPS walls, Thermal performance, Energy efficiency, Sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	JUSTIFICATIVA	9
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivo Geral	9
1.2.2	Objetivos Específicos	9
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	10
2.1	PAINEIS MONOLÍTICOS	12
3	METODOLOGIA	13
3.1	DADOS COLETADOS	14
3.2	CÁLCULOS	15
4	RESULTADOS	19
5	CONCLUSÃO	20
6	SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS DO SISTEMA	21
7	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil tem passado por mudanças significativas nas últimas décadas, especialmente em relação ao desenvolvimento de tecnologias e técnicas construtivas mais eficientes e sustentáveis. Nesse contexto, o sistema monolítico de poliestireno expandido (EPS) surge como uma alternativa inovadora e promissora para a construção de edificações com alto desempenho térmico e eficiência energética. O sistema é composto por painéis pré-fabricados de EPS, que são unidos por uma argamassa de cimento e aditivos e duas malhas de aço interligadas, formando uma estrutura monolítica que integra isolamento térmico, resistência mecânica, revestimento e acabamento.

Neste trabalho foi estudado o desempenho térmico do sistema monolítico de EPS em conformidade com as diretrizes da NBR-15575-4 em uma edificação construída utilizando o sistema monolítico de EPS em suas vedações. A norma estabelece critérios para o desempenho das edificações residenciais, em particular será abordado desempenho térmico, com o objetivo de garantir o conforto ambiental e a eficiência energética dos edifícios. Serão analisados os benefícios relacionados à eficiência energética, além de serem realizadas medições, *in loco*, de desempenho térmico para avaliar a eficácia do sistema na regulação da temperatura interna dos edifícios, de acordo com os critérios estabelecidos na norma.

Espera-se que este estudo contribua para o aprimoramento da tecnologia de construção civil em conformidade com as normas e padrões de qualidade exigidos pelo mercado, além de oferecer informações importantes para os profissionais da área que buscam soluções mais eficientes e sustentáveis para as edificações. Também é importante destacar que o sistema monolítico de EPS pode ser uma alternativa viável para atender aos requisitos de desempenho térmico da NBR15575 em regiões com climas extremos, como as áreas com altas temperaturas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Recentemente, foi amplamente divulgado na mídia nacional e internacional, estudo da *ONG CarbonPlan* e do *jornal The Washington Post*, com dados que indicam que Belém será a segunda cidade mais quente no mundo em 2050, segundo Chegwidden & J Freeman (2023) o estudo diz que a capital paraense terá 222 dias de calor extremo nesse ano. Aliado às necessidades de implementação de técnicas construtivas que gerem menor impacto ambiental e otimizem processos que gerem maior conforto térmico associado a uma maior performance no atendimento das normas que cobram mais adequação dos construtores ao desempenho das edificações, faz-se necessário a busca pela confirmação de que o Sistema Monolítico de EPS, atende dentre outros requisitos da norma NBR15575, a eficiência no desempenho térmico das estruturas e materiais de vedação. Abaixo são apresentados os objetivos, geral e específicos deste trabalho.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar o sistema monolítico de EPS e suas vantagens em relação ao desempenho térmico, considerando as exigências da norma de desempenho das edificações (NBR15575-4), além de avaliar o desempenho térmico do sistema em uma edificação construída com essa tecnologia.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Realizar uma revisão bibliográfica sobre o sistema monolítico de EPS e suas características técnicas, e o seu desempenho térmico e a conformidade com a norma de desempenho das edificações.

2. Realizar uma medição em uma edificação construída com o uso do sistema monolítico de EPS, na cidade de Belém do Pará, com o objetivo de avaliar o desempenho térmico da tecnologia e verificar se a temperatura interna da edificação está de acordo com os critérios da NBR15575-4 e, por meio de análises de temperatura da edificação.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

O Poliestireno Expandido- EPS, também conhecido como Isopor®, é um polímero plástico expandido que foi descoberto na Alemanha em 1951. A partir de então, o material foi desenvolvido e aprimorado ao longo dos anos, até chegar a sua aplicação na construção civil.

Figura 1-Pérola de poliestireno e granulado de EPS (expansão)



Fonte: Bertoldi apud ACEPE, 2006.

A técnica de construção com painéis de EPS teve seu início na década de 1970, principalmente na Europa e nos Estados Unidos, como alternativa às técnicas convencionais de construção, que utilizavam blocos de concreto ou tijolos. Com o passar do tempo, a técnica foi aprimorada e adaptada a diferentes tipos de edificações.

O sistema monolítico de EPS, por sua vez, foi desenvolvido mais recentemente, na década de 1980, na Itália por uma empresa chamada MONOLITE, que buscava solucionar exigências críticas para problemas relacionados a abalos sísmicos e condições climáticas desfavoráveis, em destaque. Já nos anos de 1990 chega ao Brasil sendo analisado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) obtendo bons resultados (BERTOLDI, 2007).

Com uma evolução da técnica de painéis de EPS outras empresas vêm implementando o uso da técnica construtiva em vários estados do país, mesmo não tendo as mesmas necessidades iniciais que levaram a elaboração do sistema em sua região originária, o objetivo principal da técnica monolítica é criar um revestimento integral com alta capacidade de isolamento térmico, além de uma estrutura autoportante, e de rápida execução, utilizando painéis de EPS revestidos com uma camada de argamassa armada.

Ao longo dos últimos anos, o sistema monolítico de EPS tem ganhado destaque na construção civil, devido às suas vantagens em relação ao desempenho térmico, rapidez e facilidade de aplicação, redução de custos e sustentabilidade. A tecnologia tem sido utilizada em diferentes tipos de edificações, como casas, edifícios comerciais, hospitais, escolas, entre outros.

No Brasil, a técnica de construção com EPS tem se popularizado nos últimos anos, principalmente devido ao aumento da preocupação com a eficiência energética e sustentabilidade nas edificações. A norma de desempenho das edificações NBR15575, que estabelece padrões de desempenho para diferentes aspectos das edificações, de certa forma, tem contribuído para a disseminação das técnicas construtivas com EPS no país, uma vez que os Sistemas de EPS são capazes de atender os requisitos exigidos pela norma, em relação ao desempenho térmico entre outras características técnicas.

Uma das principais vantagens do sistema monolítico de EPS em relação ao desempenho térmico é sua capacidade de reduzir significativamente a transferência de calor entre o ambiente interno e externo da edificação, proporcionando um aumento no conforto térmico considerável. Além disso, a tecnologia pode ajudar a reduzir os custos de construção na ordem de 20%, uma vez que o processo de aplicação é mais rápido e simplificado em comparação com as técnicas convencionais (ALVES, 2015).

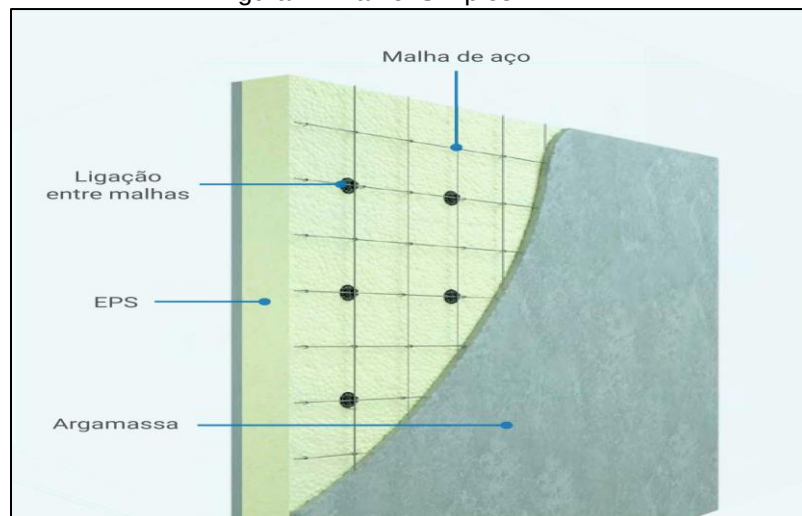
O sistema monolítico de EPS também oferece outras vantagens, como a facilidade de transporte e armazenamento, a alta resistência a impactos, a resistência à umidade e ao fogo, além de possuir um excelente desempenho acústico. Todos esses benefícios tornam a técnica ideal para aplicação em diferentes tipos de edificações, como casas, edifícios comerciais, hospitais, escolas, entre outros.

Quando se trata da conformidade com a norma de desempenho das edificações NBR15575, o sistema monolítico de EPS é uma excelente opção para atender aos requisitos exigidos pela norma. A NBR15575 estabelece padrões de desempenho para diferentes aspectos das edificações, incluindo o desempenho térmico, e o sistema de EPS é capaz de atender a esses requisitos devido à sua alta capacidade de isolamento térmico.

2.1 PAINÉIS MONOLÍTICOS

O sistema é composto por painéis de EPS com uma camada de argamassa armada, formando um revestimento integral com alta capacidade de isolamento térmico. O EPS é um material leve e resistente, com excelentes propriedades isolantes, o que o torna ideal para uso em construções residenciais, comerciais e industriais.

Figura 2 - Painei Simples



Fonte: Isorecort (2022)

3 METODOLOGIA

A verificação do desempenho térmico de uma edificação na fase de projeto usando simulações computacionais é regido pela ABNT NBR 15220, onde são indicados em suas partes as diretrizes construtivas, cálculos e zoneamento Bioclimático do Brasil, na análise desta obra não realizamos as simulações computacionais pois a edificação já se encontrava em fase de acabamento, sendo portanto orientação tanto da ABNT NBR 15220, quanto da norma de desempenho das edificações ABNT NBR 15575 especificamente na sua parte 4 e item 11, os procedimentos para verificação do desempenho térmico dos sistemas de vedações verticais externos. nesse trabalho realizamos com a autorização da construtora, a visita à obra para realizar as medições. Então conforme orientação da norma em relação à edificação construída, a avaliação pode ser feita através de medições, *in loco*, de variáveis representativas do desempenho e através da verificação do cumprimento de diretrizes construtivas.

Foi elaborada uma ficha de medição de verificação de dados para realização dos cálculos previstos na NBR- 15220-3, e atendimento a critérios de desempenho.

Figura 3 - Ficha de Medições

Classificação da Informação: Público.

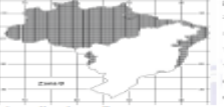
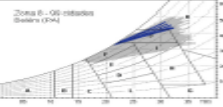

 Universidade Federal do Pará
 Instituto de Tecnologia
 Faculdade de Engenharia Civil

Aluno: Acylino Andrade Favacho Mat.: 201506740109 Data: 15/09/2023

Mapa de medição para TCC

ASSUNTO:	Medição de dados para cálculo de eficiência térmica de material, Sistema Monolítico de EPS		
Endereço:	Passagem Sagrada Família, entrada pela 9 de janeiro, entre Rua Antônio Barreto e Rua Domingos Marreiro, Umarizal Belém Pará. CEP: 66060-490		
Construtora:	Construtora NÓIS CONSTRUIMOS	Eng. Resp.:	Eng. Edson D/Pa



Dados medidos "in loco"

Largura do ambiente:	4 m	Comprimento do ambiente:	4 m	Área:	16 m²
Espessura da camada 1:	3,5 cm	Espessura da camada 2:	3,5 cm	Espessura EPS:	8 cm
Tipo de laje:	10 cm	Tipo de Cobertura:	Laje em EPS, segundo pavimento ainda não edificado		

ZONA BIO CLIMÁTICA E ESTRATÉGIAS Anexo B NBR-15220

Estratégias:	F, J, K	Zona Bio Climática:	ZONA 8	OBS:	
F	As estratégias térmicas são melhoradas através da desmistificação dos ambientes. Cada ambiente pode ser classificado de acordo com o sistema de ventilação dos ambientes. Verificação cruzada e correta através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isso significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deve ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o sistema, pois o sistema pode alterar significativamente a direção dos ventos.	Verifi.:	Não instalada		
J		Verifi.:	Confirmada		
K	O uso de isolamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor.	Verifi.:	Não instalada		

Aberturas para ventilação Anexo C NBR-15220

Área de Piso:	16 m²	A = 100 x (4,36 / 16) A = 27,25 %
A (em % da área de piso)	() 10% < A < 15% (x) 15% < A < 40% () A > 40%	Aberturas ventilação () P (x) M () G

Abertura:

Parede 01

Parede 02

Parede 03

Parede 04

1- Abertura 01 (Janela) - Parede (4)

2- Abertura 02 (Porta) - Parede (4)

3- Abertura 03 (Porta) - Parede (1)

4- Pé direito 2,70 cm

1 janela = 1m x 1m = 1m²

2 Portas Externas = 2,10 m x 0,80 m x 2 = 3,36 m²

área total de abertura = 1 + 3,36 = 4,36 m²

Propriedades térmicas dos materiais Anexo D NBR-15220

Área de Parede:	12,6 m²	Traço:	:	Obs.:
Tipo de acabamento:	() Revestimento cerâmico ou porcelanato () Emassamento e Pintura () Outro			

Fonte: Próprio Autor (2023).

3.1 DADOS COLETADOS

De acordo com informações fornecidas pelo Engenheiro responsável da obra, trata-se de um projeto com duas (2) unidades habitacionais estilo “Kit Net”, sendo que apenas uma unidade foi acessada.

As dimensões da unidade foram medidas no local sendo apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Características da unidade

DIMENSÕES	
LARGURA	4 m
COMPRIMENTO	4 m
PÉ DIREITO	2,7 m
AMBIENTES	
BANHEIROS	1
SALA/QUARTO	1
COZINHA	1
ÁREA ÚTIL	16 m ²

Fonte: Próprio Autor (2023).

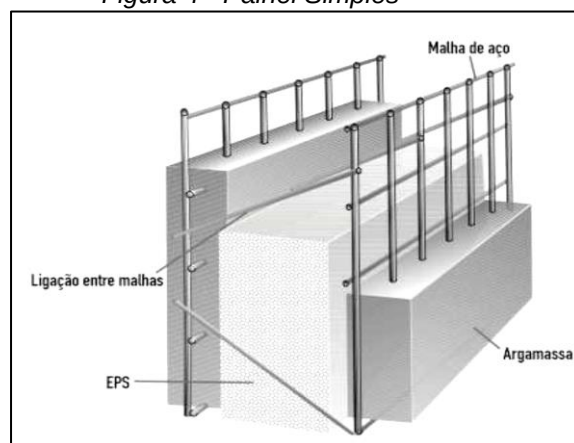
As medidas do painel de **EPS** estão descritas na tabela 2, sendo base para os cálculos descritos na NBR 15220.

Tabela 2 - Dimensões EPS

DIMENSÕES EPS	Chapisco Estrutural	EPS	Argamassa	Espessura Total
Camada 1	1,0 cm		2,5 cm	15 cm
Camada 2		8 cm		
Camada 3	1,0 cm		2,5 cm	

Fonte: Próprio Autor (2023).

Figura 4 - Painel Simples



Fonte: Isorecort (2016)

3.2 CÁLCULOS

De acordo com a NBR15575-4, no item 11.2, especifica-se que para atender o desempenho térmico mínimo, os materiais deverão apresentar os requisitos de adequação de paredes externas (SVVE), sendo transmitância térmica e capacidade térmica de acordo com os critérios:

Requisito Adequação de paredes externas

1- Critério – Transmitância térmica de paredes externas

Os valores máximos admissíveis de transmitância térmica de paredes externas (U).

Figura 5 - Tabela 13 - Transmitância térmica de paredes externas

Transmitância térmica U W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α ^a ≤ 0,6	α ^a > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5
^a α é absorptância à radiação solar da superfície externa da parede.		

Fonte: ABNT – NBR 15575-4

Sendo a transmitância térmica (U) definida pela expressão1:

$$U = 1/R_T \quad 1)$$

Onde:

R_T é descrito como a resistência térmica de ambiente a ambiente pela expressão 2:

$$R_T = R_{se} + R_t + R_{si} \quad 2)$$

Onde R_t é definido pela expressão 3 e R_{se} e R_{si} definidos na figura 6:

$$R_t = R_{t1} + R_{t2} \quad 3)$$

Figura 6 - Tabela A.1 Resistência térmica superficial interna e externa

R _{si} (m ² .K)/W			R _{se} (m ² .K)/W		
Direção do fluxo de calor			Direção do fluxo de calor		
Horizontal	Ascendente	Descendente	Horizontal	Ascendente	Descendente
⇒	— ↑	— ↓	⇒	— ↑	— ↓
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Fonte: ABNT NBR 15220-2.

Sendo:

$R_{t1} + R_{t2}$ são as resistências térmicas das camadas homogêneas, determinadas pela expressão 4

$$R = e/\lambda \quad 4)$$

Onde, λ é a condutividade térmica do material da camada, e a espessura da camada, assim, temos os valores de λ na figura 7 e os valores de e na tabela 2.

Figura 7 -Tabela B.3 -Densidade, Condutividade térmica e calor específico dos materiais

Tabela B.3 — Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais			
Material	ρ (kg/m ³)	λ (W/(m.K))	C (kJ/(kg.K))
Concreto (com agregados de pedra)			
concreto normal	2200-2400	1,75	1,00
Isolantes térmicos			
poliestireno expandido moldado	15-35	0,040	1,42

Fonte: ABNT NBR 15220-2. (Adaptado pelo Autor)

Resolvendo a equação 4 temos:

$$R_{tconc} = e/\lambda \quad 4)$$

$$R = 0,035/1,75$$

$$R = 0,02 \text{ (m}^2\text{.K) / W}$$

$$R_{tEPS} = e/\lambda \quad 4)$$

$$R = 0,08/0,040$$

$$R = 2 \text{ (m}^2\text{.K) / W}$$

Equação 4 em 3 temos

$$R_t = R_{tconc} + R_{tEPS} \quad 3)$$

$$R_t = 0,02 + 2 = 2,02 \text{ (m}^2\text{.K) / W}$$

Aplicando 3 em 2 temos;

$$R_T = R_{se} + R_t + R_{si}$$

$$R_T = 0,04 + 2,02 + 0,13$$

$$R_T = 2,19 \text{ (m}^2\text{.K) / W}$$

Aplicando 2 em 1 temos;

$$U = 1/R_T$$

$$U = 1/ 2,19$$

$$U = 0,46 \text{ W/m}^2\text{. K} < 2,5 \text{ W/m}^2\text{.K, portanto atendendo requisitos da NBR15575-}$$

4.

2- Critério – Capacidade térmica de paredes externas

Os valores mínimos admissíveis para a capacidade térmica (CT) das paredes externas são.

Figura 8 - Tabela 14 -Capacidade térmica de paredes externas

Capacidade térmica (CT) kJ/m ² .K	
Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7	Zona 8
≥ 130	Sem requisito

Fonte: ABNT – NBR 15575-4

Sendo a capacidade térmica (CT) definida pela expressão 5:

$$C_T = \sum \lambda_i \cdot R_i \cdot c_i \cdot \rho_i = C_T = \sum e_i \cdot c_i \cdot \rho_i \quad 5)$$

Onde:

λ é a condutividade térmica do material da camada

R é a resistência térmica da camada

e é a espessura da camada

c é o calor específico do material da camada

ρ é a densidade de massa aparente do material da camada

A norma solicita valores ≥ 130 kJ/(m².K) para demais Zonas Bioclimáticas, para a Zona Bioclimática 8 o cálculo é dispensável pois a Norma não estabelece requisitos, como o objeto do estudo é uma edificação em Belém do Pará adotamos com atendido os requisitos da norma para a capacidade térmica.

Requisito Aberturas para ventilação

A norma solicita que deverá apresentar aberturas, nas fachadas das habitações, com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes

Critério – A norma recomenda a legislação local da obra e em caso não havendo recomenda os valores da tabela 15.

Figura 9 - Tabela 15 Aberturas para ventilação

Nível de desempenho	Aberturas para ventilação (A)	
	Zonas 1 a 7 Aberturas médias	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	$A \geq 7\%$ da área de piso	$A \geq 12\%$ da área de piso – região norte do Brasil $A \geq 8\%$ da área de piso – região nordeste e sudeste do Brasil
NOTA. Nas zonas de 1 a 6, as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.		

Fonte: ABNT – NBR 15575-4

Seguindo o método de avaliação temos a expressão 6:

$$A = 100 \times (AA/AP) (\%). \quad (6)$$

onde

“AA é a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente, sendo que para o cálculo desta área somente são consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo; nesta área não são computadas as áreas de portas internas. No caso de cômodos dotados de portas-balcão ou semelhantes, na fachada da edificação, toda a área aberta resultante do deslocamento da folha móvel da porta é computada;

AP é a área de piso do ambiente. (ABNT – NBR15575-4 -2013)”.

Considerando as medidas realizadas no local da edificação temos:

$$AA = 4,61 \text{ m}^2$$

$$AP = 16 \text{ m}^2$$

$$A = (4,61 / 16) \times 100$$

$A = 28,81 \% > 12,0 \%$, para Região Norte, portanto atendendo requisitos da NBR15575-4.

Medição de temperatura das faces internas e externa da parede

Foi realizada a medição da temperatura das faces externa e interna da parede, com um equipamento Termômetro Digital INS-1340 faixa de medição vai de 0 a 100 °C, na função temperatura de superfícies, sendo coletadas as seguintes medições no horário de 14:28 do dia 15/09/2023:

Temperatura da Face Externa: 35° C

Temperatura da Face Externa: 30,6° C (redução de 4,4° C)

Figura 10 - temperatura externa e interna das faces parede e dados gerais



Fonte: Próprio Autor (2023).

4 RESULTADOS

Os resultados dos cálculos recomendados pela NBR15775-4, foram satisfatórios, atendendo os três requisitos da norma para alcançar o nível mínimo (M) de critério e assim ser o suficiente para validar e certificar de forma prática o bom desempenho térmico do Sistema Monolítico de EPS de acordo com os objetivos propostos, já o um dos objetivos específicos foi destacar as vantagens do sistema monolítico de EPS em relação ao desempenho térmico. De fato, o sistema é conhecido por sua alta capacidade de isolamento térmico, uma vez que o EPS é um material com baixa condutividade térmica e alta resistência térmica. Isso significa que o sistema monolítico de EPS é capaz de manter a temperatura interna das edificações em níveis confortáveis, reduzindo a necessidade de uso de ar condicionado ou aquecedores, o que se traduz em economia de energia.

Além disso, o sistema monolítico de EPS é caracterizado pela rapidez e facilidade de aplicação, uma vez que os painéis de EPS são leves e de fácil manuseio, o que reduz o tempo de construção e, conseqüentemente, os custos da obra. Outra vantagem do sistema é a sua durabilidade e resistência, uma vez que o EPS é um material que não se deteriora facilmente e o sistema é resistente a impactos.

Já o objetivo específico proposto é destacar a conformidade do sistema monolítico de EPS com a norma de desempenho das edificações NBR15575. De fato, o sistema é capaz de atender a diversas exigências da norma, em relação ao desempenho térmico e seus aspectos.

Por exemplo, a norma estabelece que as edificações devem atender a um índice de desempenho térmico, medido pelo coeficiente de transferência de calor através da envoltória da edificação (U), que indica a capacidade da envoltória de proteger o ambiente interno das variações climáticas externas. O sistema monolítico de EPS é capaz de atender a esses requisitos conforme demonstrado nos cálculos, e uma vez que o EPS é um material com alta capacidade de isolamento térmico conforme a medição feita nas paredes da unidade medida.

5 CONCLUSÃO

O sistema monolítico de EPS se mostrou eficiente para atender os requisitos da NBR15575-4 na proposição que foi a avaliação da eficiência do desempenho térmico, o que reforça que além das aplicações para qual o sistema foi elaborado na década de 1970, no Brasil (1980) obteve êxito no atendimento de outras solicitações de usuários e com a elaboração de norma específica, que requisita maior desempenho dos construtores, incorporadores e outros atores da construção civil, assim com aplicação de técnicas e matérias que sejam mais sustentáveis, o sistema monolítico de EPS, e outras técnicas semelhantes que usam o insumo, tendem a alcançar cada vez um número maior de usuário devido ao crescente movimento de clientes cada vez mais exigentes nos processos de sustentabilidade e eficiência na construção de produtos para vários setores consumidores da construção civil.

6 SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS DO SISTEMA

Como a aplicação do Sistema está sendo expandido par áreas regiões do país, seria de grande importância que a faculdade de engenharia civil da UFPA, através do seu laboratório de materiais, pudesse elaborar um acompanhamento e medições no laboratório assim como realizar a pesquisa junto aos usuários das edificações já entregues, para validar estudo comparativo de desempenho medido entre o Sistema Monolítico de EPS e outras técnicas construtivas convencionais, seria necessário selecionar uma edificação que tenha sido construída com o uso do sistema monolítico de EPS e que esteja em pleno funcionamento. É importante que a edificação tenha sido construída com o sistema, para que os resultados da pesquisa reflitam as condições atuais do sistema.

Também é possível ser construída no laboratório uma unidade piloto para avaliar o desempenho térmico da tecnologia, seria necessário realizar análises de temperatura e umidade em diferentes ambientes da edificação, durante um período representativo. Para isso, seria necessário instalar sensores de temperatura e umidade em pontos estratégicos da edificação, como quartos, salas e áreas comuns, para monitorar as condições de temperatura e umidade.

Os dados coletados pelos sensores seriam registrados e analisados, comparando-os com os critérios estabelecidos pela NBR15575. Caso sejam identificadas divergências entre as condições medidas e os critérios estabelecidos pela norma, seriam necessárias ações corretivas, como a instalação de sistemas de ventilação ou de isolamento térmico adicional.

Além disso, seria importante realizar entrevistas com os moradores da edificação, para avaliar o conforto térmico e o impacto do sistema monolítico de EPS no seu dia a dia. Essas informações poderiam ser úteis para aperfeiçoar a tecnologia e para orientar futuras pesquisas na área.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, J. P. O. **Sistema Construtivo em Painéis de EPS**. Disponível em: <<https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/bitstream/123456789/8028/1/Jo%C3%A3oPauloDeOliveiraAlvesTCCGRADUACAO2015.pdf>> Acesso em 05 de maio de 2023.

BARRETO, M. N. **Casa EPS: Edifício Residencial em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido**. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/6379>> Acesso em: 10 junho de 2023.

DUARTE, L. P.; CARNEIRO, P. V. **Sistema Construtivo Utilizando-se Poliestireno Expandido Para Vedação Vertical**. Disponível em: <[https://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/123456789/8068/1/LorenaPereiraDuarteTCCGRA DUACAO2015.pdf](https://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/123456789/8068/1/LorenaPereiraDuarteTCCGRA%20DUACAO2015.pdf)> Acesso em: 16 janeiro de 2023.

ABNT, **NBR15575**. disponível em <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em 10 de agosto de 2023.

ABNT, **NBR15220**. disponível em <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em 12 de agosto de 2023.

BERTOLDI, R.H. **Caracterização de Sistema Construtivo com Vedações Constituídas por Argamassa Projetada Revestindo Núcleo Composto de Poliestireno Expandido e Telas de Aço: Dois Estudos de Caso em Florianópolis**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

CHEGWIDDEN, **Modeling extreme heat in a changing climate**. Disponível em: <<https://carbonplan.org/research/extreme-heat-explainer>> Acesso em: 16 setembro de 2023.