

ITPAC

PORTO NACIONAL • TO



EDUCAÇÃO
TECNOLOGIA
SAÚDE

**FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

MARCIO LUCIANO DA SILVA

**ISOLAMENTO TÉRMICO A PARTIR DA APLICAÇÃO DE PLACAS EPS EM
PAREDES EXTERNAS: ESTUDO EXPERIMENTAL EM UMA RESIDÊNCIA DE
PORTO NACIONAL – TO**

**PORTO NACIONAL – TO
2021**

MARCIO LUCIANO DA SILVA

**ISOLAMENTO TÉRMICO A PARTIR DA APLICAÇÃO DE PLACAS EPS EM
PAREDES EXTERNAS: ESTUDO EXPERIMENTAL EM UMA RESIDÊNCIA DE
PORTO NACIONAL – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Me. Fernando Antonio da Silva Fernandes

**PORTO NACIONAL – TO
2021**

MARCIO LUCIANO DA SILVA

**ISOLAMENTO TÉRMICO A PARTIR DA APLICAÇÃO DE PLACAS EPS EM
PAREDES EXTERNAS: ESTUDO EXPERIMENTAL EM UMA RESIDÊNCIA DE
PORTO NACIONAL – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado em: ___/___/___

() APROVADO () REPROVADO

Banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Me. Fernando Antonio da Silva Fernandes

Examinador:

Examinador:

RESUMO

O setor da construção civil é responsável pelo desenvolvimento e infraestrutura, e para isso faz o uso de muitos recursos naturais não renováveis, além de gerar uma grande quantidade de resíduos sólidos que muitas são destinados em locais inapropriados. Assim, o setor possui uma grande responsabilidade quando se trata de desenvolvimento sustentável, necessitando do uso de técnicas alternativas para promover a sustentabilidade. Dentre as muitas aplicações da construção civil que geram impacto ambiental, há a ausência de isolamento térmico, causando o aumento de consumo energético e conseqüentemente agredindo o meio ambiente, assim, surge a utilização de poliestireno expandido como isolante térmico, um material leve, de baixo custo, que contribui impedir a transferência de calor do ambiente externo para o interno, promovendo um conforto térmico e por conseqüência uma redução no consumo de energia elétrica. É um material sustentável em seus processos produtivos, sendo composto de 2% de poliestireno e 98% de ar em todo o seu volume, além de ser um material reciclável. Frente ao exposto, a presente pesquisa constitui um estudo experimental voltado à aplicação de placas de EPS em uma residência em Porto Nacional, considerando ser uma idade que atinge altas temperaturas, fazendo muito calor durante todos os meses do ano, de modo a verificar a eficiência do EPS como isolante térmico, bem como a diminuição do consumo de energia elétrica na residência.

Palavras-chave: Poliestireno expandido. EPS. Isolamento térmico. Eficiência.

ABSTRACT

The civil construction sector is responsible for development and infrastructure, and for that it makes use of many non-renewable natural resources, in addition to generating a large amount of solid waste that many are destined in inappropriate places. Thus, the sector has a great responsibility when it comes to sustainable development, requiring the use of alternative techniques to promote sustainability. Among the many civil construction applications that generate environmental impact, there is the absence of thermal insulation, causing an increase in energy consumption and consequently damaging the environment, thus, the use of expanded polystyrene as a thermal insulator, a light, low material, arises. cost, which helps to prevent heat transfer from the external to the internal environment, promoting thermal comfort and consequently a reduction in electricity consumption. It is a sustainable material in its production processes, being composed of 2% polystyrene and 98% air in its entire volume, in addition to being a recyclable material. In view of the above, the present research constitutes an experimental study aimed at the application of EPS plates in a residence in Porto Nacional, considering that it is an age that reaches high temperatures, making it very hot during all months of the year, in order to verify the efficiency EPS as a thermal insulator, as well as reducing the consumption of electricity in the home.

Keywords: Expanded polystyrene. EPS. Thermal insulation. Efficiency.

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

EPS	Poliestireno expandido
ITPAC	Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos
PS	Poliestireno
TO	Tocantins

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pérola de poliestireno antes da expansão e granulado de EPS gerado após a expansão.....	15
Figura 2 - Isolamento térmico sobre a impermeabilização.	22
Figura 3 - Isolamento térmico sob a impermeabilização.	22
Figura 4 - Isolamento térmico de telhados com telhas de fibrocimento.....	23
Figura 5 - Isolamento térmico de telhados com telhas cerâmicas.....	23
Figura 6 - Telhas de EPS com relevos próprios para isolamentos de telhados.	23
Figura 7 - Isolamento térmico de dutos de ar condicionado.....	23
Figura 8 - Aplicação de placas de EPS sobre as paredes.....	25
Figura 9 - Fixação de placas de EPS nas paredes externas com descontinuidade vertical.....	25
Figura 10 - Aplicação de tela de fibra de vidro e reboco sobre o EPS.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Normas de regulamentação para uso do EPS no Brasil.	16
Tabela 2 - Propriedades térmicas de materiais isolantes térmicos.	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características exigíveis do EPS para utilização na construção civil.	17
Quadro 2 - Cronograma da pesquisa.	29
Quadro 3 - Orçamento do estudo experimental	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 POLIESTIRENO	13
3.2 POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	13
3.3 USO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
3.4 ISOLAMENTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES	19
3.4.1 Uso de poliestireno expandido como isolante térmico em edificações	21
4 METODOLOGIA	24
4.1 TIPO DE PESQUISA	24
4.2 OBJETO DE ESTUDO	24
4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
5 RESULTADOS ESPERADOS	28
6 CRONOGRAMA	29
7 ORÇAMENTO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor de grande importância para a sociedade, responsável pela infraestrutura e todas as áreas que dependem dela, trazendo conforto aos usuários. É um setor que utiliza uma demasiada quantidade de matéria-prima e por esse motivo exerce uma influência significativa no meio ambiente, consumindo muitos recursos naturais não renováveis (VECHIATO, 2017).

Devido seus impactos, o setor da construção civil possui uma responsabilidade no cumprimento de metas de desenvolvimento sustentável, de modo a contribuir para uma preservação ambiental, o que necessita do uso de técnicas construtivas alternativas para entregar as obras, oferecer conforto, e agredir menos o ecossistema (ROCHETA; FARINHA, 2007).

Nesse sentido, diante do grande crescimento populacional e consequente utilização de recursos, especialmente de polímeros, foi criado o emprego de poliestireno (PS) nas construções como solução alternativa de consumo consciente. É um resíduo onde sua melhor alternativa é a reciclagem, podendo gerar novos materiais a partir do mesmo e contribuir para o meio ambiente (VECHIATO, 2017).

A partir do PS, é possível fabricar o poliestireno expandido, sendo um material que apresenta leveza, resistência e possui um comportamento aliado ao isolamento térmico, o que contribui significativamente para uma aplicação na construção civil (TESSARI, 2006).

O uso de poliestireno expandido, também conhecido internacionalmente como EPS, permite a obtenção de um conforto térmico nas edificações, tanto par temperaturas frias quanto para temperaturas quentes, beneficiando de forma significativa na redução do uso de equipamentos mecânicos, como condicionados de ar, o que contribui tanto para o meio ambiente, quanto para uma vantagem econômica, considerando a redução do consumo energético (TESSARI, 2006).

Conforme a ABRAPEX (2006), o EPS é um material composto por 2% de poliestireno e 98% de ar em todo o seu volume, o que confere um bom isolante térmico, podendo ser utilizado nas técnicas construtivas de isolamento térmico em edificações através da aplicação em paredes externas, telhados, lajes, dutos de ar condicionado, entre outros, promovendo bons resultados.

Frente ao exposto, a presente pesquisa constitui um estudo experimental voltado à aplicação de placas de EPS em uma residência em Porto Nacional,

considerando ser uma idade que atinge altas temperaturas, fazendo muito calor durante todos os meses do ano.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo experimental para verificação isolamento térmico com placas de EPS em uma residência.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficiência do EPS como isolamento térmico;
- Verificar o desempenho térmico das placas de EPS
- Identificar o consumo de energia elétrica antes e depois da aplicação de placas de EPS;
- Apresentar o custo x benefício da utilização desse método de isolamento térmico.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 POLIESTIRENO

O Poliestireno (PS) refere-se a uma resina termoplástica, pertencente ao mesmo grupo de materiais como polivinila (PVC), polietileno tereftalato (PET), polipropileno (PP), entre outros. Dentre todos os termoplásticos, o poliestireno é o pioneiro, com produção comercial iniciada na Alemanha em 1930, pela empresa IG Farbenindustrie, apresentando um crescimento considerado de produção e consumo desde então, em virtude de suas características e propriedades especiais, podendo ser empregado em fabricação de peças automotivas, fabricação de embalagens, construção civil, etc (TESSARI, 2006).

Conforme o Banco de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES (2002), o poliestireno, ou PS, pode ser comercializado de três formas:

- Standard ou Cristal – também conhecido como Poliestireno de Propósito Geral ou GPPS, é caracterizado por apresentar alto brilho, transparência e fácil coloração através da adição de corantes. É muito empregado na indústria alimentícia para a produção de embalagens, além de outros empregos bastante comuns, como copos descartáveis;

- Poliestireno de Alto Impacto – sua sigla é HIPS, e refere-se a um poliestireno modificado através do uso de elastômeros de polibutadieno;

- Poliestireno Expandido – possui sigla como EPS, e trata-se de uma rígida espuma gerada por meio da expansão do OS durante sua fase de polimerização. É um poliestireno bastante aplicado em isolamento térmico e embalagens de proteção.

3.2 POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

O Poliestireno Expandido, também conhecido internacionalmente por sua sigla EPS (*Expanded Polystyrene*), foi descoberto no ano de 1949, na Alemanha, pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz. No Brasil, esse material é conhecido como “Isopor®”, em virtude de uma marca de EPS da empresa Knauf Isopor Ltda (ABRAPEX, 2006).

Conforme a norma DIN ISSO 1043/78, o poliestireno expandido é um plástico celular rígido, resultado de uma polimerização do estireno, derivado do petróleo, em água.

Através da polimerização do estireno em água, o poliestireno torna-se uma espuma moldada, assumindo diversas formas geométricas, sendo constituído por um aglomerado de grânulos. A expansão torna o material leve, além de apresentar baixo custo e ser ideal para o isolamento térmico, o que fortalece sua presença no mercado consumidor (SANTOS, 2008).

Conforme a Associação Brasileira do Poliestireno Expandido – ABRAPEX (2015), durante todo o processo de fabricação do EPS, não é utilizado o gás Clorofluorocarboneto (CFC), tampouco semelhantes ou gases substitutos. Para o processo de transformação do EPS, o agente expensor utilizado é o pentano, que trata-se de um hidrocarboneto que se deteriora de forma rápida através de reações fotoquímicas a partir de raios solares, não prejudicando o meio ambiente.

A polimerização é definida como uma reação química que provoca uma combinação de um aglomerado de moléculas iguais de polímero de estireno, para posteriormente formar uma macromolécula, que é o polímero de poliestireno. A partir desse processo, são resultados em pérolas de cerca de 3 milímetros de diâmetro, sendo elas a matéria-prima para a produção do EPS por meio de expansão (ABRAPEX, 2006).

Conforme Tessari (2016), após a transformação química que resulta em pérolas de até 3 milímetros, esse polímero passa por três etapas de transformações físicas, sem alterar as propriedades químicas, sendo elas:

- Pré-expansão: Através de um aquecimento via contato com vapor d'água, o poliestireno é expandido, onde o agente expensor provoca uma expansão que aumenta o poliestireno em 50 vezes do seu tamanho original, resultando, então, em um granulado de partículas de poliestireno expandido (EPS);

- Armazenamento intermediário: é a segunda etapa das transformações físicas. Necessário para permitir a transformação do poliestireno expandido na fase posterior. É nessa fase que há uma estabilização, onde o granulado de EPS se esfria e cria uma depressão no interior de suas células, preenchendo o espaço dessas últimas com ar circundante;

- Moldagem: após estabilizado o granulado de EPS, ele é colocado em moldes e é exposto novamente a vapor de água, o que resulta em uma nova expansão

das células comprimidas, e por estarem dentro do molde, elas soldam-se umas às outras. Na câmara de vapor de água, é possível interromper o processo de expansão através de arrefecimento brusco, o que projeta jatos de água fria contra as paredes do molde e facilita a retirada do produto sem perdas. Ao final de todo o processo, o EPS que se expandiu 50 vezes da sua forma original de pérolas, contém somente 2% de poliestireno e 98% de ar, o que garante sua leveza e grande volume.

A figura 1 apresenta a pérola de poliestireno, o primeiro formato para a produção do EPS, ao lado de um granulado de EPS gerado na fase de pré-expansão.

Figura 1 - Pérola de poliestireno antes da expansão e granulado de EPS gerado após a expansão.



Fonte: Siqueira (2017).

O EPS é comprovadamente um material isolante, composto em sua grande maioria por ar, possui cor branca, é inodoro, não poluente, reciclável, além de ser um material estável fisicamente, o que o torna um dos melhores isolantes para utilização em temperaturas entre -70°C a 80°C . Além de isolante térmico, ele possui uma resistência elevada, durabilidade, leveza, e facilidade de corte, o que contribui para sua ampla utilização, especialmente na construção civil (ABRAPEX, 2006).

O tipo de regulagem utilizado durante todo o processo de fabricação do EPS, incluindo todas as suas fases, bem como o valor da expansão, a forma utilizada e o tamanho do molde, permite obter variados tipos e formatos de EPS, fundamental para adaptar às mais variadas utilizações em diversas áreas, incluindo a engenharia civil (NETO, 2008).

3.3 USO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nos últimos anos, o EPS tem adquirido uma posição de destaque em utilização na construção civil, em virtude de suas características vantajosas, onde é um material de baixo custo, otimiza processos e uso de materiais, além de permitir que sejam atingidos requisitos de desempenho de sistemas, como o isolamento térmico (SIQUEIRA, 2017).

Conforme o Manual de Utilização de EPS na Construção Civil através da ABRAPEX (2006), esse material possui sua fabricação e utilização regulamentado por normas nacionais e internacionais, conforme a tabela 1.

Tabela 1 - Normas de regulamentação para uso do EPS no Brasil.

Norma	Temática abordada
NBR 11752/1990	Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e câmaras frigoríficas
NBR 7973/2007	Determinação de absorção d'água – Método de ensaio
NBR 8081/2015	Permeabilidade ao vapor d'água – Método de ensaio
NBR 8082/2016	Resistência à compressão – Método de ensaio
NBR 10411/1988	Inspeção e amostragem de isolantes térmicos
NBR 11948/2007	Ensaio de flameabilidade
NBR 11949/2007	Determinação da massa específica aparente
NBR 12094/1991	Determinação da condutividade térmica
ASTM C-203	Test method for breaking load and flexural properties of block-type thermal insulation

Fonte: Adaptado de ABRAPEX (2016).

Conforme a ABRAPEX (2006), o EPS pode ser utilizado na construção de diversas maneiras e atendendo à diversas necessidades, entre elas:

- Devido ser um ótimo isolante térmico, é utilizado em telhados, lajes industrializadas, reservatórios, dutos de ar condicionado, tubulações e em câmaras frigoríficas;

- Em juntas de dilatação e em lajes industrializadas o material é utilizado como enchimento, devido ao seu grande volume e baixo peso;

- Utilizado em concreto como forma de agregado, formando o chamado concreto leve, o que diminui o consumo de materiais, proporciona economia e ainda torna a construção de estruturas mais leves;
- Isolamento acústico para pisos flutuantes;
- Blocos de EPS fabricados de forma a apresentar micro canais, podem ser utilizados como material drenante;
- Isolante térmico para sistema de vedações, podendo ser utilizado tanto como componente de vedação, quanto como enchimento;
- Material de acabamento para forros isolantes e decorativos;
- Utilizado em geotecnia para aterros em solo mole. Nos aterros em encostas, o material contribui para aliviar empuxos nos muros de arrimo. Já para aterros em cabeceiras de pontes, o EPS contribui para minimizar os esforços horizontais no tabuleiro ou face do muro de contenção do talude, o que reduz o dimensionamento das estruturas.

A principal utilização do EPS na construção civil se dá devido à sua baixa condutividade térmica, ou seja, é um isolante térmico. Em virtude dessa propriedade, a utilização do poliestireno expandido permite projetar e construções edificações com o uso racional de energia, promovendo um conforto térmico, além de diminuir a demanda por equipamentos que condicionam a temperatura, o que também contribui para uma redução dos custos com energia (ABRAPEX, 2006).

Assim, para utilização do EPS na construção civil, especialmente como isolante térmico, a ABRAPEX (2006) determina, através das especificações das normas vigentes, as seguintes características conforme o quadro 1:

Quadro 1 - Características exigíveis do EPS para utilização na construção civil.

Propriedades	Método de Ensaio	Unidade	Classe P			Classe F		
			I	II	III	I	II	III
Tipo de Material			I	II	III	I	II	III
Massa específica aparente	NBR 11949	Kg.m ³	13-16	16-20	20-25	13-16	16-20	20-25
Resistência à compressão com 10% de deformação	NBR 8082	KPa	≥ 60	≥ 70	≥ 100	≥ 60	≥ 70	≥ 100
Resistência à flexão	ASTM C-203	KPa	≥ 150	≥ 190	≥ 240	≥ 150	≥ 190	≥ 240

Absorção de água em imersão em água	NBR 7973	g/cm ³ .100	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Permeabilidade ao vapor d'água	NBR 8081	Ng/Pa.s.m	≤ 7	≤ 5	≤ 5	≤ 7	≤ 5	≤ 5
Coefficiente de condutividade térmica a 23°C	NBR 12904	X/(m.k)	0,042	0,039	0,037	0,042	0,039	0,037
Flamabilidade	NBR 1948		Material não retardante à chama			Material retardante à chama		

Fonte: Adaptado de ABRAPEX (2006).

Conforme Tessari (2006), o EPS tem variadas utilizações na construção civil, entre elas há um destaque para:

- Enchimento de lajes: por possuir baixo peso específico, de cerca de 13kg/m³, aliado à uma boa resistência em relação ao seu peso, chegando a 60 KPa, é um material de excelência para o enchimento de lajes, o que proporciona uma vantagem econômica;

- Enchimento de formas para concreto: por apresentar característica semi-elástica, pode ser utilizado no revestimento de formas de madeira, o que permite uma retirada das mesmas de forma mais fácil e com menos perdas;

- Enchimento de elementos estruturais: por apresentar baixo peso e alta resistência, pode ser utilizado como enchimento de pilares, vigas e lajes, de modo a garantir a resistência do elemento estrutural, além de ser utilizado para a passagem de furos e tubulações, devido à facilidade de remoção e corte;

- Lajes nervuradas e lajes industrializadas: tratam-se de uma evolução da laje maciça, a partir da verificação de que não há necessidade de preenchimento de toda a loja, podendo substituir pontos por blocos de EPS, que garantem resistência à estrutura aliado ao baixo peso, além de diminuir consideravelmente os custos;

- Isolamento térmico de lajes impermeabilizadas;

- Isolamento térmico de telhados e paredes;

- Isolamento térmico de dutos de ar condicionado;

- Concreto leve: onde o EPS substitui parte dos agregados;

- Paineis autoportantes;

- Forros isolantes e decorativos;

- Juntas de dilatação;

- Fundações para estradas: o EPS funciona como enchimento de baixo peso para aterros em solos com baixa capacidade de carga;

Em virtude de suas propriedades químicas e físicas, o EPS torna-se uma solução para a construção civil moderna, especialmente visando a sustentabilidade, uma vez que esse material pode ser 100% reciclado, desde que sejam respeitadas as determinações. Sua utilização não agride o meio ambiente, e seu processo de produção é racionalizado, limpo e ágil, o que o torna um material fundamental para o desenvolvimento sustentável na construção civil (REIS, 2015).

Por apresentar uma característica voltada à um bom isolante térmico, o EPS contribui significativamente para uma redução nos gastos de energia, uma vez que sua utilização mantém uma temperatura mais agradável, podendo até mesmo suprir a necessidade de utilização de equipamentos condicionadores de ar. Além disso, também permite que doenças causadas pela formação de umidade e bolor sejam evitadas (AMIANTI, 2005).

No entanto suas vantagens na construção civil não são voltadas somente para suas características de isolamento térmico, o EPS também permite ampliações em construções, facilita reformas em paredes que já foram construídas, consome uma menor ferragem na fundação, é retardante à chamada, além de prolongar a vida útil de estruturas, onde esta última se dá pelo fato de que seu peso é distribuído de maneira uniforme pelo bloco monolítico (AMIANTI, 2005).

Para Klein et al. (2004), um dos principais fatores que enfatizam a utilização do EPS na construção civil se dá pelo trinômio custo-prazo-qualidade, uma vez que o material permite uma redução no custo e prazo de entrega, em virtude de sua facilidade de montagem, baixo custo, redução de materiais.

3.4 ISOLAMENTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES

O isolamento térmico em edificações refere-se à aplicação de algum procedimento ou material que permite que reduz a entrada ou saída de calor. Conforme Mascarô e Mascarô (1992), o isolamento térmico nas edificações é determinado a partir da resistência térmica e características dos materiais aplicados no piso, teto e fachadas, de modo a impedir a troca de calor entre os ambientes externos e internos.

Além da função de impedir a troca de calor, o isolamento térmico também possui a função de proteger os elementos construtivos em virtude à exposição dos mesmos às intempéries e oscilações térmicas, que podem causar perda de desempenho e qualidade (CHAIBEN, 2014).

Para Habib (2014, p. 31), a utilização de isolamento térmico em edificações é fundamental, onde:

Com o aumento do custo da energia e da demanda, o uso de isolamento térmico em edifícios torna-se mais crítico em novas construções, particularmente em climas quentes. A transferência de calor por condução, através da envolvente do edifício representa um componente importante da carga térmica total das edificações. A utilização de isolamento térmico de forma eficiente pode promover uma redução significativa da carga térmica, com a conseqüente diminuição do consumo geral de energia elétrica (HABIB, 2014, p. 31).

Apesar de inicialmente o isolamento térmico poder agregar um investimento inicial à construção, ao longo do tempo ele representa uma vantagem econômica a partir da redução do consumo de energia, diminuição dos gastos com reparos, além de aumentar a vida útil das estruturas (CHAIBEN, 2014).

A função dos materiais empregados em sistemas de isolamento térmico em edificações é a de gerar uma redução na troca de calor. E para que um material seja considerado um isolante térmico, ele deve apresentar uma condutividade térmica menor que $0,07 \text{ W/m.K}$ (ASDRUBALI; D'ALESSANDRO; SCHIAVONI, 2015).

Os materiais utilizados como isolantes térmicos nas edificações normalmente são oriundos de produtos pretoquímicos ou de fontes naturais, onde esses últimos necessitam ser processados e fazem um consumo demasiado de energia, podendo causar efeitos danosos e expressivos ao meio ambiente (ASDRUBALI; D'ALESSANDRO; SCHIAVONI, 2015).

As soluções que apresentam melhores eficiências no isolamento térmico são: elementos construtivos feitos por meio de materiais com baixa condutividade térmica; sistemas de isolamento térmico no interior da edificação; sistemas de isolamento térmico no exterior da edificação; sendo esse último o que apresenta maior qualidade (PRIMO, 2008).

Conforme Silva (1996), os materiais utilizados como isolantes térmicos podem ser divididos conforme sua natureza em:

- Materiais de natureza mineral: Lã de vidro, lã de rocha, vidro celular;
- Materiais de natureza vegetal: sabugo de milho, bagaço de cana, folhas de abacaxi, casca de arroz, girassol, palha;
- Materiais de natureza sintética: Poliestireno expandido (EPS), Poliestireno extrudado (XPS), poliuretano (PUR).

Dentre esses materiais, Zambiasi (2018) apresenta, através de especificações da ABNT NBR 15220-2/2005, as propriedades térmicas de alguns deles, conforme verificado na tabela 2.

Tabela 2 - Propriedades térmicas de materiais isolantes térmicos.

Materiais Isolantes Térmicos	Densidade de massa aparente (Kg/m³)	Condutividade térmica (W/m.K)	Calor específico (kJ/kg.K)
Lã de rocha	20-200	0,045	0,75
Lã de vidro	10-100	0,045	0,70
Poliestireno expandido moldado	15-35	0,040	1,42
Poliestireno extrudado	25-40	0,035	1,42
Espuma rígida de poliuretano	30-40	0,030	1,67

Fonte: Adaptado de Zambiasi (2016).

3.4.1 Uso de poliestireno expandido como isolante térmico em edificações

O EPS possui uma estrutura celular constituída por milhões de células fechadas de milímetros muito pequenos, o que confere ao material uma baixa condutividade térmica, tornando-se vantajoso na utilização como isolante térmico em edificações. Assim, esse material é amplamente utilizado como isolante em paredes externas, telhados, lajes, dutos de ar condicionado, tubulações e câmaras frigoríficas ABRAPEX (2006).

Conforme Berlofa (2009), a preocupação em arquitetar e construir um ambiente com conforto térmico, possui três objetivos principais:

- Conforto: ao isolar as paredes externas de uma edificação, por exemplo, é impedido que haja uma grande variação de calor para locais muito quentes, e para locais muito frios mantém-se uma temperatura mais agradável através da retirada do calor do interior da casa para as paredes externas;

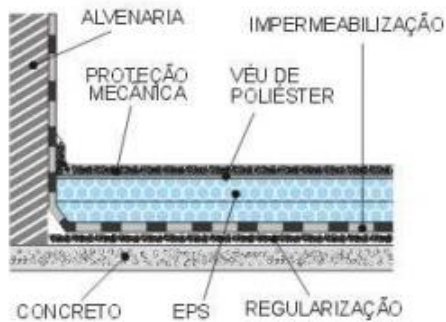
- Economia: ao construir uma edificação com isolamento térmico, diminui o consumo de energia elétrica, uma vez que há uma menor utilização de equipamentos de ar condicionado;

- Estabilidade de estruturas: através do isolamento térmico, há uma diminuição da variação térmica da estrutura, diminuindo os efeitos de dilatação e contração, o que torna a edificação mais estável.

Em conformidade com Tessari (2006), o EPS possui a características de isolante térmico de diversas formas nas edificações, entre elas:

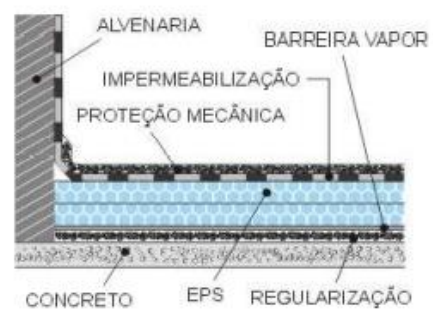
- Isolamento térmico de lajes impermeabilizadas – um método que atinge grandes resultados, podendo utilizar o EPS sobre (figura 2) ou sob a impermeabilização (figura 3).

Figura 2 - Isolamento térmico sobre a impermeabilização.



Fonte: ABRAPEX (2000).

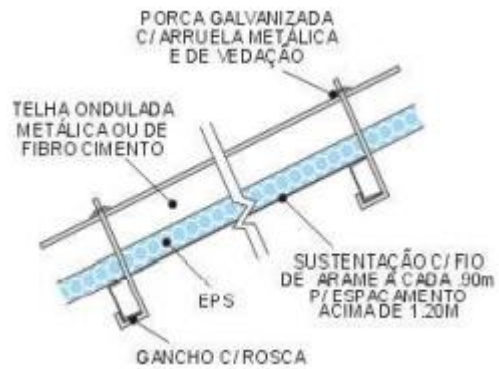
Figura 3 - Isolamento térmico sob a impermeabilização.



Fonte: ABRAPEX (2000).

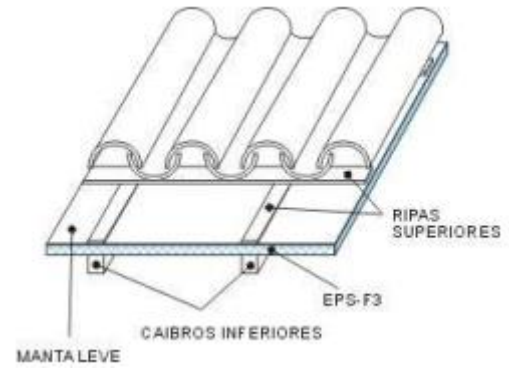
- Isolamento térmico de telhados e paredes – por se tratarem de estruturas que recebem diretamente a ação do clima, a adoção desse isolamento é fundamental. Em telhas o EPS pode ser posicionado abaixo delas (figuras 4 e 5), ou pode ser utilizado telhas de EPS como apoio e dispensando o uso de ripas (figura 6). Em paredes pode-se aplicar o EPS na parte externa, anterior ao reboco, ou utilizar painel pré-fabricado tipo sanduíche como vedação;

Figura 4 - Isolamento térmico de telhados com telhas de fibrocimento.



Fonte: ABRAPEX (2000).

Figura 5 - Isolamento térmico de telhados com telhas cerâmicas.



Fonte: ABRAPEX (2000).

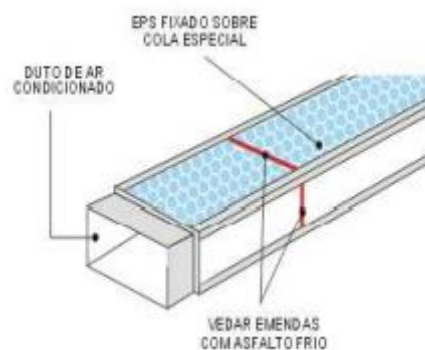
Figura 6 - Telhas de EPS com relevos próprios para isolamentos de telhados.



Fonte: Tessari (2006).

- Isolamento térmico de dutos de ar condicionado (figura 7).

Figura 7 - Isolamento térmico de dutos de ar condicionado.



Fonte: ABRAPEX (2000).

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa aplicada através de um estudo experimental.

Conforme Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa aplicada é aquela desenvolvida objetivando a geração de conhecimento voltado às aplicações práticas, promovendo uma solução de problemas específicos. Sendo este o caso do estudo uma vez que busca resolver a problemática voltada ao calor e alto consumo de energia em uma residência sem isolamento térmico no residencial Rio Tocantins, em Porto Nacional.

O estudo experimental é definido como aquele em que se realiza experimentos em um objeto de estudos, verificando as variáveis, e observando os efeitos do experimento (GIL, 2008).

4.2 OBJETO DE ESTUDO

A pesquisa será realizada em uma residência no residencial Rio Tocantins, em Porto Nacional, localizada na Rua P. 10, Quadra 08, Lote 02.

Trata-se de uma residência do autor, construída sem nenhuma técnica de isolamento térmico, havendo um grande consumo energético em virtude do calor.

4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após a apresentação e aprovação do projeto de pesquisa, se dará o início da coleta de dados.

De modo a realizar um isolamento térmico na edificação de objeto de estudo, inicialmente serão colocadas placas de EPS na parede externa da residência onde houver a maior incidência de radiação solar. Por se tratar de uma residência já construída, não é possível fazer o uso de painéis de vedação, desse modo as placas de EPS serão aplicadas diretamente sobre as paredes, conforme a figura 8.

Figura 8 - Aplicação de placas de EPS sobre as paredes.



Fonte: Mottin (2015).

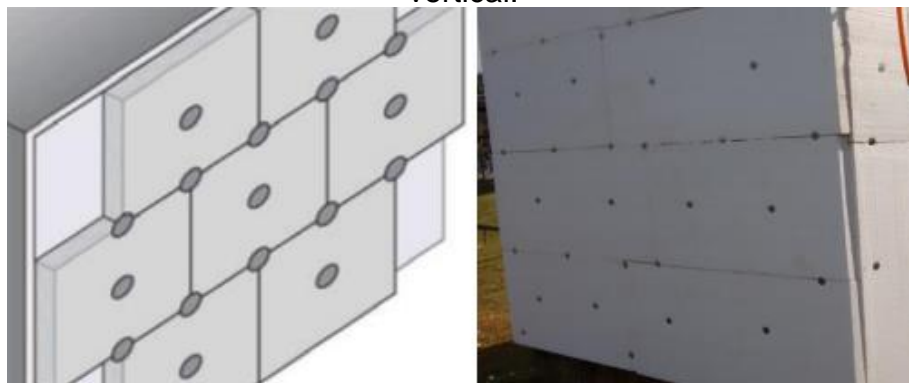
Nesse sentido, a metodologia aplicada para o projeto se dará semelhante a estudos já realizados de mesma temática, como é o caso de Mottin (2015), que utilizou, a parte de orientações técnicas afins, placas com dimensões de 1000mm x 500mm, espessura entre 30mm e 80mm, e massa específica aparente aproximadamente de 20kg/m³.

Para efeitos de projeto, serão adotadas as mesmas medidas do estudo de Mottin (2015), havendo possibilidade de alteração a depender dos valores comerciais encontrados na região.

Conforme Chaiben (2014), placas de EPS aplicadas em paredes como isolamento térmico devem ter dimensão máxima de 1200mm, de modo a garantir uma melhor continuidade ao longo da parede, bem como para uma redução dos efeitos de dilatação e contração, além disso, deve haver uma descontinuidade vertical das placas.

Desse modo, considerando os estudos dos autores supracitados, as placas de EPS serão aplicadas conforme a figura 10.

Figura 9 - Fixação de placas de EPS nas paredes externas com descontinuidade vertical.



Fonte: Mottin (2015).

Para a pesquisa de Mottin (2015), a aplicação das placas de EPS se deu a partir de fixação mecânica, com o uso de parafusos. No entanto, para este estudo em questão, considerando que se trata de uma residência familiar do pesquisador, as placas serão aplicadas de modo a promover uma maior durabilidade, através de um chapisco na parede, coladas por meio de argamassa.

Ainda no estudo de Mottin (2015), após a fixação das placas, foi feito um reboco por cima, de modo a proteger a placa e promover uma estética melhor, para isso o autor utilizou tela de fibra de vidro. Conforme Chaiben (2014), a tela de fibra de vidro possui a função de “restringir às variações dimensionais da camada de base, melhorar a resistência a choques e assegurar resistência à fissuração do revestimento sobre as juntas das placas de isolamento térmico”.

Considerando as afirmações dos estudos de Chaiben (2014) e Mottin (2015), o presente estudo utilizará a tela de fibra de vidro para realizar o reboco sobre o EPS, conforme a figura 10.

Figura 10 - Aplicação de tela de fibra de vidro e reboco sobre o EPS.



Fonte: Mottin (2015).

Após o reboco, será realizado o acabamento com pintura, promovendo uma melhor estética para a residência.

Anterior a todo esse processo de aplicação de placas de EPS, serão feitas medidas da temperatura interna do cômodo em que o estudo for realizado, além de ser feito o levantamento do consumo energético da residência.

Após a aplicação da placa de EPS, a medição de temperatura interna será refeita, de modo a comparar a eficiência do isolamento, além de verificar o consumo

energético após um mês de uso de energia elétrica, verificando o impacto da aplicação de placas de EPS somente em uma parede externa da residência.

O desempenho térmico será avaliado a partir de disposições da NBR 15575-1/2005 – Desempenho térmico de edificações, e a NBR 157575-4/2013 – Edificações habitacionais – desempenho, observando o cálculo de transmitância térmica, adotando os requisitos mínimos expressos nas normas.

Por fim, após a obtenção dos dados, os mesmos serão dispostos em formato de artigo para publicação dos mesmos, contribuindo de forma significativa para estudos referentes à temática. O formato utilizado se dá por se tratar de algo sucinto, direto e objetivo, o que permite uma mensuração e visualização dos resultados de maneira mais clara.

5 RESULTADOS ESPERADOS

A partir da realização deste estudo experimental, espera-se verificar um bom desempenho térmico de placas de EPS aplicadas sobre paredes externas, promovendo uma melhora na temperatura do interior da residência. Além disso, espera-se que o uso das placas de EPS impactem diretamente no consumo e redução de energia elétrica.

Espera-se, ainda, que os resultados contribuam de forma significativa para estudos relacionados à temática, tanto para formação de profissionais na área da construção civil, quanto para profissionais já formados que buscam especializar o conhecimento.

Através da publicação dos resultados por meio de artigo, espera-se que os mesmos sejam visualizados pela população local e profissionais locais, de modo a identificarem os benefícios do uso de placas de EPS, considerando se tratar de uma cidade de muito calor em todos os meses do ano. Assim, podem aplicar esse método de baixo custo tanto em novas edificações, quanto em edificações já construídas, favorecendo o conforto térmico, uma economia de energia e conseqüentemente uma contribuição favorável ao meio ambiente.

6 CRONOGRAMA

A pesquisa será realizada conforme o apresentado no quadro 2. Cabe ressaltar que o cronograma é uma perspectiva, podendo ser alterado conforme a necessidade, de modo que não prejudique o semestre acadêmico.

Quadro 2 - Cronograma da pesquisa.

Ano	2021											
Etapas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Definição do tema												
Pesquisa Bibliográfica												
Projeto de pesquisa												
Entrega e apresentação do projeto de pesquisa												
Entrega final do projeto de pesquisa após correções da banca												
Verificação da temperatura inicial da residência e do desempenho térmico												
Aplicação de placas EPS												
Verificação de temperatura final e desempenho térmico após o EPS												
Elaboração dos dados de resultados em artigo												
Apresentação/submissão do artigo científico												

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

7 ORÇAMENTO

A realização do estudo experimental ocorrerá seguindo o orçamento apresentado no quadro 3. Todos os custos são de responsabilidade do acadêmico pesquisador.

Quadro 3 - Orçamento do estudo experimental

GASTOS COM RECURSOS MATERIAIS				
Itens	Quantidade	Unidade de medida	Valor Unitário (R\$)	Sub Total (R\$)
Computador	1	Unidade	R\$4.500,00	R\$4.500,00
Canetas	2	Unidade	R\$1,00	R\$2,00
Prancheta	1	Unidade	R\$10,00	R\$10,00
Impressões preto e branco em folha A4	350	Unidade	R\$0,25	R\$87,50
Impressões coloridas em folha A4	50	Unidade	R\$1,00	R\$50,00
Encadernação	6	Unidade	R\$5,00	R\$30,00
Placas de EPS	10	Unidade	R\$ 25,00	R\$ 250,00
Tela de fibra de vidro	10	Unidade	R\$ 20,00	R\$ 200,00
Argamassa para reboco	2	Unidade	R\$ 20,00	R\$ 40,00
Ajudante de pedreiro	1	Diária	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Valor Total				R\$5.229,50

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIANI, M. **Uso e Aplicação do Poliestireno Expandido (EPS) Reciclado para Impermeabilização por Impregnação de Superfícies de Concreto Pré-Fabricado.** **Dissertação** de Mestrado em Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Ouro Preto, 2005.

ASDRUBALI, Francesco; D'ALESSANDRO, Francesco; SCHIAVONI, Samuele. **A review of unconventional sustainable building insulation materials.** Sustainable Materials and Technologies, v. 4, p. 1-17, jun. 2015. Disponível em: <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214993715000068>. Acesso em 19 de abril de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15220 – Desempenho Térmico de Edificações – Parte 1. Rio de Janeiro, 2005.

_____**NBR 15220 – Desempenho Térmico de Edificações – Parte 2.** Rio de Janeiro, 2005.

_____**NBR 15220 – Desempenho Térmico de Edificações – Parte 3.** Rio de Janeiro, 2005.

_____**NBR 15575 –Edifícios habitacionais - Desempenho – Parte 1.** Rio de Janeiro, 2013.

_____**NBR 15575 –Edifícios habitacionais - Desempenho – Parte 4.** Rio de Janeiro, 2013.

_____**NBR 15575 –Edifícios habitacionais - Desempenho – Parte 4.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ABRAPEX). **Manual de utilização EPS na construção civil.** São Paulo, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO - ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **O EPS na Construção Civil: Características do poliestireno expandido para utilização em edificações.** São Paulo, set. 2000.

BERLOFA, A. **A viabilidade do uso do poliestireno expandido na indústria da construção civil.** São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.fateczl.edu.br/pesquisa.php>>. Acesso em 20 de abril de 2021.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Aspectos Gerais do Poliestireno.** Rio de Janeiro, 2002.

CHAIBEN, Cátia A. P. Branco. **Sistema de isolamento térmico de fachadas pelo exterior (ETICS): Avaliação preliminar de viabilidade para sua aplicação no Brasil.** 2014. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) –

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/>>. Acesso em: 12 de abril de 2021.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Estudos de Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KLEIN, D. L.; et al. **Sistemas Construtivos Inovadores: Procedimentos de Avaliação**. 2004. II Seminário de Patologia da Edificações – Novos Materiais e Tecnologias Emergentes – Porto Alegre. 2004.

MASCARÔ, Juan L.; MASCARÔ, Lucia. **Uso Racional de Energia em Edificações: Isolamento térmico**. São Paulo, 1992.

MOTTIN, Maurício Henrique. **Isolamento térmico em fachadas pelo exterior: redução do consumo energético da edificação para fins de conforto térmico**. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário Univates, 121 p., Lajeado, 2015. Disponível em: < >. Acesso em 18 de abril de 2021.

REIS, C. **Painel Monolítico em EPS (Poliestireno Expandido)**. 2015. Disponível em: <http://www.guiadaobra.net/painel-monolitico-eps-poliestireno-expandido-718/>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

ROCHETA, V.; FARINHA, F. **Práticas de projeto e construtivas para a construção sustentável**. 3º Congresso Nacional de Construção, Universidade de Coimbra, Portugal, 2007.

SILVA, Manuel A. P. da. **Metodologia para a definição exigencial de isolantes térmicos**. 1996. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios) – Universidade do Porto, Porto, set. 1996. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/>>. Acesso em 02 de maio de 2021.

SIQUEIRA, Thais Elenize de. **Análise de desempenho e custos de sistema de vedação em EPS**. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em engenharia civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 116 p., Pato Branco – PR, 2017.

TESSARI, Janaina. **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil**. Dissertação de pós-graduação em engenharia civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 102 p., Florianópolis – SC, 2006.

VECHIATO, Amanda Maria Veanholi. **Estudo de métodos construtivos inovadores com poliestireno expandido**. Trabalho de Conclusão de curso de graduação em engenharia civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão – PR, 2017.

ZAMBIASI, Laura Martini. **Desenvolvimento de placa de isolamento térmico a partir de palha de soja.** Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em engenharia civil, Universidade do Vale do Taquari, Univates, Lajeado, 2018.