



UNIARA

Universidade de Araraquara

ISOLAMENTO TÉRMICO DE COBERTURA COM POLIESTIRENO EXTRUDADO XPS

THERMAL INSULATION OF COVERAGE WITH EXTRUDED POLYSTYRENE XPS

CUBIERTA DE AISLAMIENTO TÉRMICO CON POLIESTIRENO XPS EXTRUIDO

Sabrina Campina Figueiredo¹, Gerson de Marco², Fabiana Florian³

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2402>

PUBLICADO: 12/2022

RESUMO

O trabalho tem por objetivo principal, estudar sobre o isolamento térmico de cobertura com poliestireno extrudado XPS. Foi realizada pesquisa bibliográfica, com foco sobre isolamento térmico com poliestireno extrudado XPS. Foi possível entender que o isolamento térmico de cobertura melhora as condições de vida e conforto do usuário da edificação, pois a isola termicamente, enfrentando as variações de temperatura comum. O XPS é um relevante isolante térmico, principalmente na cobertura, pois apresenta uniformidade das células, além de ser de fácil aplicação, manuseio e limpeza. Pode ser utilizado junto da estrutura da cobertura, como também do sistema de impermeabilização. Conclui-se que o XPS funciona adequadamente como isolante térmico de coberturas, enfrentando todas as variações de temperatura e sendo resistente à água, outro fator que pode atrapalhar no isolamento térmico de uma edificação.

PALAVRAS-CHAVE: Isolamento térmico. Cobertura. Poliestireno extrudado XPS. Eficiência.

ABSTRACT

The main objective of this work is to study the thermal insulation of a roof with XPS extruded polystyrene. A bibliographic research was carried out, focusing on thermal insulation with XPS extruded polystyrene. It was possible to understand that the thermal insulation of the roof improves the living conditions and comfort of the building user, as it insulates it thermally, facing common temperature variations. XPS is a relevant thermal insulator, especially on the roof, as it presents uniformity of the cells, in addition to being easy to apply, handle and clean. It can be used together with the roof structure, as well as the waterproofing system. It is concluded that the XPS works properly as a thermal insulator for roofs, facing all temperature variations and being water resistant, another factor that can interfere with the thermal insulation of a building.

KEYWORDS: Thermal insulation. Roof. XPS extruded polystyrene. Efficiency.

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es estudiar el aislamiento térmico de cobertura con poliestireno XPS extruido. Se realizó una investigación bibliográfica, centrada en el aislamiento térmico con POLYSTYRENE XPS extruido. Fue posible comprender que el aislamiento térmico de cobertura mejora las condiciones de vida y confort del usuario del edificio, porque lo aísla térmicamente, frente a las variaciones comunes de temperatura. XPS es un aislante térmico relevante, principalmente en la cubierta, porque presenta uniformidad de celdas, además de ser fácil de aplicar, manejar y limpiar. Se puede utilizar junto a la estructura del techo, así como el sistema de impermeabilización. Se concluye que xps funciona correctamente como aislante térmico de cubiertas, afrontando todas las variaciones de temperatura y siendo resistente al agua, otro factor que puede dificultar el aislamiento térmico de un edificio.

PALABRAS CLAVE: Aislamiento térmico. Cubrir. Xps struded poliestireno. Eficacia.

¹ Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

² Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

³ Coorientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

1 INTRODUÇÃO

Desde meados da Segunda Guerra Mundial, houve um aumento na conscientização do uso de isolante térmico, com o objetivo de reduzir o consumo de metais e recursos energéticos. Por volta de 1970, com a crise energética e a disparada no preço do petróleo, a população passa a dar mais atenção ao consumo de energia (THOMAZ; ISHIOKA, 2014).

Segundo Bynum (2001 *apud* THOMAZ; ISHIOKA, 2014), diferentes tipos de sistemas de isolamento térmico são aplicados a fim de garantir o conforto térmico devido às variações climáticas.

A funcionalidade e desempenho do isolamento térmico está atrelado a características arquitetônicas, processos construtivos e ao clima. Atualmente o uso de isolantes térmicos está diretamente ligado a redução no uso de energia, pois um edifício bem isolado garante mais eficiência, economia e conforto comparado aos sistemas de aquecimento e refrigeração. Isso faz, segundo Alves (2013), com que o edifício se torne energeticamente mais eficiente e econômico, pois garante uma maior uniformidade na temperatura e um ambiente mais confortável.

No Brasil, a ABNT NBR 15575/2013 (Edificações Habitacionais Desempenho) e o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações - PROCEL EDIFICA auxiliam, instruem e incentivam o monitoramento e a performance para obter a melhor qualidade térmica nos edifícios (THOMAZ; ISHIOKA, 2014).

Thomaz e Ishioka (2014) relatam que o isolamento térmico é uma solução para a redução no consumo de recursos energéticos, onde existem leis para assegurar que seu objetivo seja executado e garantir conforto e eficiência nos projetos arquitetônicos. Com isso, o trabalho tem como objetivo geral estudar sobre o isolamento térmico de cobertura com poliestireno extrudado XPS. Como objetivos específicos, aprofundar o conhecimento sobre os isolamentos térmicos; caracterizar alguns tipos de isolantes térmicos nas edificações; e observar se o poliestireno extrudado XPS funciona adequadamente como isolante térmico de coberturas.

O problema da falta de isolamento térmico nas edificações tem relação com o alto gasto com energia, por parte do morador, que precisa utilizar de outros recursos para aquecer ou resfriar sua casa. Thomaz e Ishioka (2014) relatam que o consumo de energia elétrica nas edificações é de cerca de 45% do consumo faturado no Brasil.

Utilizando o isolamento térmico, este faturamento pode ser reduzido. “Estima-se um potencial de redução deste consumo em 50% para novas edificações e de 30% para aquelas que promoverem reformas que contemplem os conceitos de eficiência energética em edificações” (THOMAS; ISHIOKA, 2014, p. 6).

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre isolamento térmico, com foco no poliestireno extrudado XPS.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Pieraldo *et al.*(2008 *apud* MENDES, 2012), para alcançar um equilíbrio entre o ambiente e as gerações futuras, precisa-se, com urgência, modificar e reduzir o consumo energético, com isso, o isolamento térmico nas edificações pode ser visto como uma solução relevante, já que

possibilita um ambiente com maior uniformidade de temperatura, de forma mais econômica, possibilitando um ambiente mais confortável e que exige mínima manutenção, para isso (ALVES, 2013).

2.1 ISOLAMENTO TÉRMICO NAS EDIFICAÇÕES: BREVES CONSIDERAÇÕES

De acordo com Connor (2019, p. 1), “isolamento térmico é o processo de redução da transferência de calor entre os objetos em contato térmico ou na faixa de influência radiativa”.

Connor (2019) relata que o isolamento térmico pode ser alcançado por meio de métodos ou processos especificamente projetados, bem como utilizando formas e materiais de objetos adequados.

Segundo Augusto *et al.* (2015), os materiais de isolamento térmico usados nos edifícios são, atualmente, a solução mais utilizada para se alcançar valores de condutibilidade térmica adequados. Eles possuem diferentes tipos, densidades e espessuras, permitindo que a envolvente, cobertura, fundações e/ou as paredes enterradas sejam isoladas a ponto de garantir a funcionalidade das instalações, o conforto térmico dos usuários e a redução das emissões de carbono.

De acordo com Connor (2019, p. 2), o isolamento térmico tem como base, em especial, a condutividade térmica muito baixa dos gases, que, por possuírem má propriedade de condução térmica, comparados aos líquidos e sólidos, são considerados um bom material para isolamento, quando presos numa estrutura semelhante à espuma, por exemplo. “Ar e outros gases geralmente são bons isolantes”.

Mas o principal benefício é na ausência de convecção. Portanto, muitos materiais isolantes (por exemplo, poliestireno) funcionam simplesmente com um grande número de bolas cheias de gás que impedem a convecção em grande escala. A alternância entre bolhas de gás e material sólido faz com que o calor seja transferido através de muitas interfaces, causando uma rápida diminuição no coeficiente de transferência de calor (CONNOR, 2019, p. 2).

Apesar de haver isolamento térmico em todas as partes dos edifícios, é nas coberturas, conforme relata Alves (2013), que normalmente são implantados os isolamentos térmicos, sejam elas em terraço ou inclinadas.

No que diz respeito à cobertura plana, Thomaz e Ishioka (2014) relatam que o isolamento térmico pode ser feito tanto pelo lado externo, quanto pelo interno, salientando que quando o isolamento é feito externamente, acaba por proteger a cobertura de variações da temperatura da estrutura, isolando o edifício como se fosse uma capa, o que reduz a chance de desenvolver deformações e até fissuras na edificação.

Em relação à cobertura inclinada, o isolamento também pode ser feito tanto pelo lado externo, quanto pelo lado interno da estrutura, devendo respeitar cada particularidade situacional (THOMAZ; IDHIOKA, 2014).

2.2 TIPOS DE ISOLAMENTO TÉRMICO NAS COBERTURAS

De acordo com Augusto *et al.* (2015), os isolamentos térmicos podem ser agrupados quanto à natureza das matérias primas e ao seu modo de produção.

Em relação à natureza das matérias primas, eles, normalmente, se originam de minerais,

vegetais, sinteticamente ou de forma mista (AUGUSTO *et al.*, 2015).

Segundo Augusto *et al.*, (2015), dentre os isolantes térmicos mineirais, há as fibras minerais (lã de rocha – figura 1); a perlite expandida; a vermiculite expandida; e os betões leves, celulares e com agregados leves. Dentre os isolantes térmicos vegetais, há o aglomerado de cortiça expandida (figura 2); o aglomerado de fibras ou partículas de madeira; o aglomerado de aparas de madeira mineralizada; e o aglomerado de fibras de linho. Dentre os isolantes térmicos sintéticos, há o poliestireno expandido, foco deste trabalho; as espumas rígidas de poliuretano; e as espumas fenólicas. E dentre os isolantes térmicos mistos, há a perlite expandida e poliuretano; e a perlite expandida e lã de rocha.



Figura 1: Lã de rocha
Fonte: Thomaz e Ishioka (2014)



Figura 2: Placa de aglomerado de cortiça expandida
Fonte: Amorim Isolamentos (2011 *apud* MENDES, 2012)

Em relação ao modo de produção ou execução, Augusto *et al.* (2015) relatam que os produtos de isolamento térmico podem ser pré-fabricados, que podem ser aplicados aderentes ou soltos, fixando-se de forma mecânica ou confeccionados no local, que podem ser moldados, aplicados soltos (colocação livre) ou aplicados por projeção. Dentre os pré-fabricados, há as placas, que podem ser de lã de rocha, aglomerado de cortiça expandida, de poliestireno e de poliuretano expandido; e mantas,

de lã de rocha. Dentre os produzidos *In situ*, há em pasta ou espuma; os moldados, betões leves; projetados, que são os poliuretano e betões leves; os granulares, de colocação livre, como a argila expandida e perlite; e os aglomerados por ligante, como os betões leves).

Conforme relatam Thomaz e Ishioka (2014), há inúmeros tipos de materiais que podem ser usados para isolar termicamente uma edificação, desde os mais tradicionais, como o XPS e o EPS até os mais naturais como fibras de lã de ovelha e cânhamo, os compostos reciclados e outros que estão surgindo, como o composto de EPS associado ao grafite.

Na cobertura plana, segundo Thomaz e Ishioka (2014), o único material que pode ser utilizado é o XPS, pois atende aos requisitos dispostos pela União Europeia para a Homologação Técnica na Construção (UEAtc), no que diz respeito às exigências à ação da água. Neste caso, sobre a camada de isolamento térmico, que já possui resistência mecânica, é adicionado um revestimento que tem como função proteger as placas, tanto em coberturas transitáveis, quanto não transitáveis.

Os materiais isolantes que podem ser utilizados nas coberturas planas tradicionais (que possuem impermeabilização sobre o isolamento térmico) são em forma de placas tais como aglomerado de cortiça expandida, EPS, XPS, lãs minerais, espuma rígida de poliuretano, placas de fibra de madeira, placas de fibra de amianto, placas de materiais reciclados, fibras de materiais naturais como cânhamo, algodão entre outros (THOMAZ; ISHIOKA, 2014, p. 8).

De acordo com Thomaz e Ishioka (2014), os materiais que podem ser utilizados nas coberturas inclinadas são os mesmos das coberturas planas, podendo utilizar ainda um tipo manta ou grânulos, que são mais recomendáveis para lajes de esteira sem uso de sotãos.

Segundo a Associação Ibérica de Poliestireno Extrudido (AIPEX, s/d *apud* MENDES, 2012), com um adequado tratamento das estruturas do edifício, no que diz respeito ao isolamento térmico, é possível reduzir o consumo de energia deste edifício em até 75%.

Para Alves (2013), o comportamento das placas isolantes, seguindo regras de qualidade, fazem com que elas também sejam utilizadas como sistema de impermeabilização.

No que diz respeito a essas placas utilizadas para ações térmicas, Alves (2013) relata que elas devem obedecer os limites de variação dimensional relacionada à temperatura, para se fixar corretamente, preocupando-se, também, se haverá proteção pesada ou não, para que não ocorra problemas futuros.

2.3 POLIESTERINO EXTRUDADO XPS

De acordo com Mendes (2012), o poliesterino extrudado XPS é um isolante térmico sintético.

Ele “é uma espuma rígida, isolante, de caráter termoplástico e de estrutura celular fechada. Pela sua natureza e características técnicas fornece aos elementos construtivos onde se introduz notáveis vantagens” (AIPEX, s/d, p.37 *apud* MENDES, 2012, p. 57).

Segundo Mendes (2012), o XPS (figura 3) tem estrutura celular totalmente fechada, é de pouca absorção da água e isolante térmico, além de possuir elevada resistência mecânica, pois possui grande homogeneidade das células.

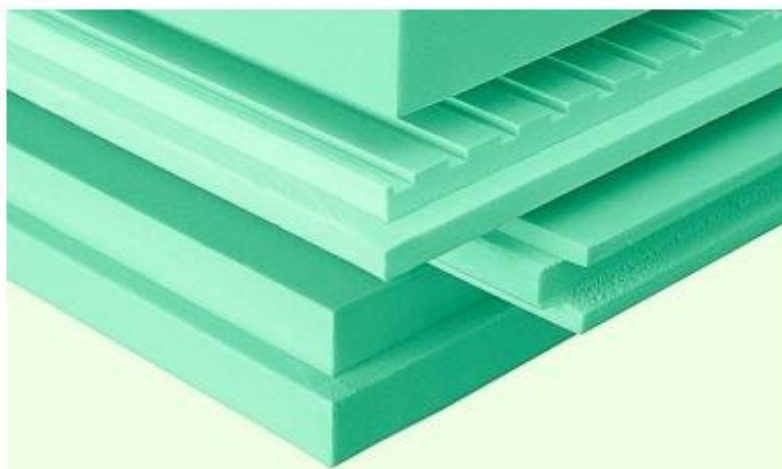


Figura 3: Placas de poliestireno expandido extrudido (XPS)
Fonte: Alves (2013)

O XPS, em reação ao fogo, contém ignífugos, o que o torna mais resistente ao fogo e autoextinguível, o que evita a propagação do fogo (AIPEX, s/d *apud* MENDES, 2012).

De acordo com Dutra (2010 *apud* MENDES, 2012), ele também apresenta resistência à transmissão de vapor de água, à imputrescibilidade e ao manuseio da obra, além de ser facilmente instalado.

Conforme relata Mendes (2012), as aplicações mais frequentes do XPS são em coberturas, fachadas e pavimentos, como pode ser visto na figura 4.

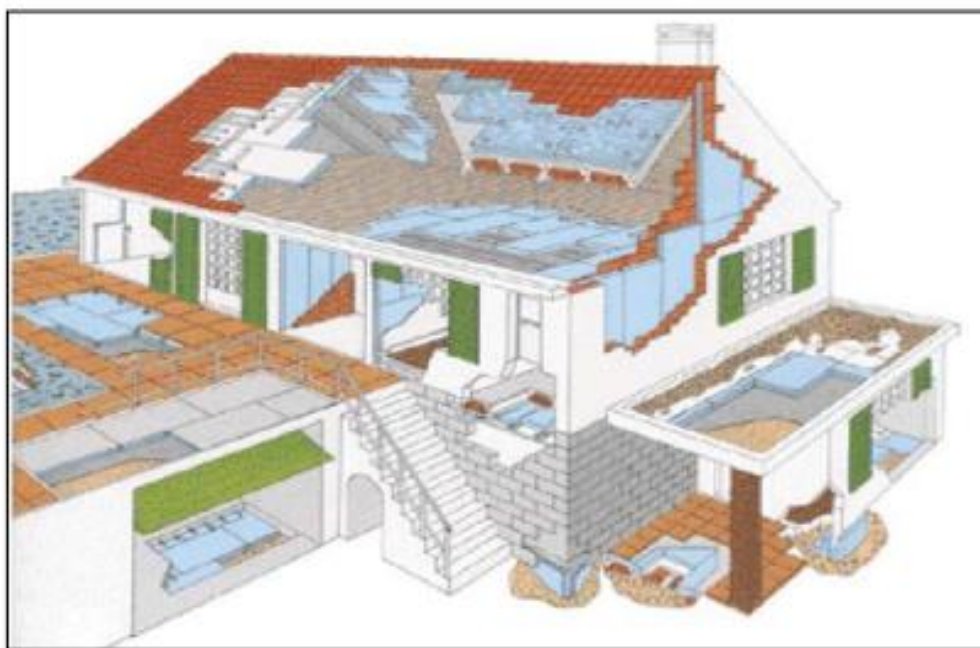


Figura 4: Resumo de aplicação de poliestireno extrudido (XPS)
Fonte: Lucas (2008 *apud* MENDES, 2012)

Segundo A My Energy Shield (2019), o XPS é produzido por meio de extrusão por fusão. Para isso, as extrusoras (máquinas de produção) produzem um fluxo contínuo de espuma de isolamento térmico rígido com espessuras que podem variar entre 20 e 200 milímetros, conforme pode ser

visualizado na figura 5. Esse fluxo é cortado nos comprimentos desejados e as faces laterais, como a superfície, são moldadas de acordo com o uso especificado ao XPS.



Figura 5: Painel liso de poliestireno extrudido (XPS) durante a linha de fabricação
Fonte: My Energy Shield (2019)

My Energy Shield (2019) relata que existem vários tipos de superfície, laterais e encaixes das placas, para seja atendida cada situação de uso do XPS.

As placas podem ser lisas (figura 6), sem nenhum processo adicional, sendo cortadas sem tratamento de superfície após a extrusão. Elas são instaladas, geralmente, sob o solo e são adequadas para exposição, a longo prazo, à água, seja por absorção ou por difusão, já que possui estrutura celular superficial fechada, tornando-se praticamente impermeáveis (MY ENERGY SHIELD, 2019).



Figura 6: Placa lisa de poliestireno extrudido (XPS) com encaixe meia-madeira
Fonte: My Energy Shield (2019)

Segundo My Energy Shield (2019), a placa lisa pode ser aplicada em locais abaixo do nível do solo; em ambientes húmidos; abaixo dos níveis freáticos; em coberturas com sistema invertido; e como proteção da impermeabilização.

De acordo com My Energy Shield (2019), existem as placas com superfície de “waffle” (figura 7). Neste caso, após a extrusão, os painéis são tratados com máquinas especialmente projetadas para

dar efeito às placas. Essa renderização adicional é realizada para permitir posteriores aplicações de argamassas no sistema isolante e em todas as camadas subsequentes.



Figura 7: Placa com textura “waffle” de poliestireno extrudido (XPS), com corte reto
Fonte: My Energy Shield (2019)

Este tipo de placa pode ser aplicado com isolamento térmico em sistemas ETICS; com colas e adesivos; com argamassas; com telhas cerâmicas; e em revestimento de zonas interiores úmidas. Normalmente, “as placas com acabamento waffle são utilizadas para correção de pontes térmicas em pilares, vigas e lintéis de betão”, pois sua textura permite uma excelência aderência e possibilita aplicação direta de uma renderização ou reboco final, diretamente a ela (MY ENERGY SHIELD, 2019, p. 3).

Há, também, segundo My Energy Shield (2019), a placa de XPS com superfície ranhurada (figura 8). Ela possui grande resistência à tração. Seu uso é comum em aplicações nas quais as camadas finas mais pesadas necessitarão de aderência adicional, como em fachadas ou socos que são revestidos com pedra.



Figura 8: Placa ranhurada de poliestireno extrudido (XPS)
Fonte: My Energy Shield (2019)

3 DESENVOLVIMENTO

De acordo com a AIPEX (s/d *apud* MENDES, 2012), o XPS, nas coberturas planas, se apresenta como o melhor isolante térmico, o que faz com que ele possa ser considerado como uma boa solução de isolamento, já que é definido o isolante ideal quanto à sua aplicação, que deve possuir não só uma elevada capacidade de isolamento térmico, mas, também, uma relevante resistência à compressão. Assim ele o é.

Segundo Augusto et al. (2016, p. 4), a nível global e por razão técnica e econômica, no XPS é usado como “agente expensor o HFC-143^a, com um GWP = 1430 (horizonte temporal de 100 anos, em conformidade com o 4º Relatório de Avaliação), ou seja, com um valor de mil quatrocentos e trinta vezes superior ao do CO₂ (GWP = 1)”. O uso deste agente expensor se deu pela necessidade de mudar seu agente, já que usava-se, anteriormente, o clorofluorocarbonetos (CFC) em sua composição, o que gerava aquecimento global.

Alves (2013) relata que o XPS é adequado ao isolamento térmico sobre coberturas, pois ele é pouco absorvente de água, o que preserva por mais tempo a qualidade da cobertura. Ela pode ser utilizada de forma tradicional (figura 9) ou invertida (figura 10), que, neste tipo, ela é aplicada sob a cobertura, porém também pode ser utilizada no isolamento de cobertura invertida ajardinada; no isolamento de pisos e revestimento; e no isolamento de caixa-de-ar de paredes exteriores (THOMAZ; ISHIOKA, 2014).

No caso da aplicação invertida, o isolamento pode ser aplicado, também, sobre o sistema de impermeabilização, mesmo este precisando de tratamento especial, pois está a mercê das variações térmicas e da exposição à água. “O que ocorre [...] é uma maior proteção à camada impermeabilizante, evitando o seu desgaste e as graves patologias que podem vir a ocorrer desse desgaste” (THOMAZ; ISHIOKA, 2014, p.8). Para isso, o XPS é o único material que pode ser utilizado, pois somente ele atende aos requisitos da União Europeia para a Homologação Técnica na Construção (UEAtc), no que se refere às exigências à ação da água.

De acordo com Thomaz e Ishioka (2014), o XPS é obtida por meio de um processo contínuo de extrusão e pode empregar outros gases expansores. Sua aplicação se apresenta sob a forma de placas coloridas.

As vantagens do uso do XPS, segundo Thomaz e Ishioka (2014), relaciona-se com seu elevado desempenho térmico com baixa condutibilidade; sua elevada resistência à absorção de água, tendo capilaridade nula; sua facilidade de aplicação e manuseio; sua elevada resistência mecânica; sua imputrescibilidade, o que faz com que não apareçam bolor e/ou eflorescências; sua capacidade de não ser afetado pela chuva, neve ou gelo; sua facilidade em ser lavado; e a não existência de valor nutritivo para roedores ou insectos, por parte dele.

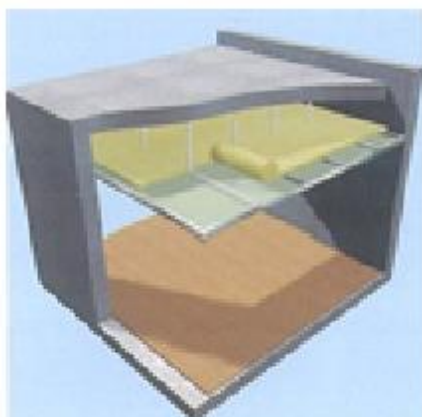


Figura 9: Isolamento térmico tradicional
Fonte: Thomaz e Ishioka (2014)

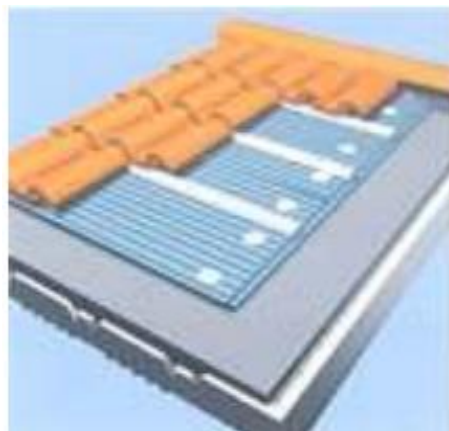


Figura 10: Isolamento térmico invertido
Fonte: Thomaz e Ishioka (2014)

No geral, conforme relatam Thomaz e Ishioka (2014), nas coberturas, que podem ser planas ou inclinadas, pode ser aplicado o sistema de isolamento térmico tanto pelo interior, quanto pelo exterior da estrutura. Entende-se que a aplicação externa demonstra maior vantagem, pois protege a edificação de possíveis variações de temperatura, que podem desencadear deformações e até fissuras no edifício.

De acordo com Aipex (s/d *apud* MENDES, 2012), o XPS é o material isolante que melhor se comporta em coberturas planas e inclinadas, pois apresenta excelente característica no que se refere à umidade.

4 RESULTADOS

Conforme observado com o estudo, o XPS é relevante material isolante sintético, pois, como relata Mendes (2012), devido à sua estrutura, que é totalmente fechada, isola termicamente a edificação. Ele tem como característica, também, uma elevada resistência mecânica, pois possui grande homogeneidade das células; e ao fogo, pois contém ignífugos que contribuem para isso.

No que se refere ao isolamento térmico, Mendes (2012) fala que ele depende das trocas de calor entre a área interna e a área externa da edificação a isolar, para que seja garantido o conforto térmico esperado na área interna do edifício.

De acordo com Alves (2013), nos últimos anos, o uso do XPS vem crescendo, que é aplicado por meio de placas simples sobre a impermeabilização, pois percebeu-se que este tipo de cobertura (invertida) possibilita um melhor isolamento térmico e torna a impermeabilização do edifício mais eficiente, porém, neste sistema, o isolamento não é aderente, sendo resistente aos efeitos da água.

O XPS é fixado por colagem e/ou mecanicamente, podendo ter uma espessura variável (dentre 40 e 60 mm), com base na definição da resistência térmica que se busca obter (AUGUSTO *et al.*, 2015).

Segundo Mendonça (2005 *apud* MENDES, 2012), este tipo de isolante térmico, se comparado ao outro isolante térmico EPS, apresenta vantagens pela sua uniformidade, já que suas células são de menor dimensão e isso faz com que as superfícies fiquem mais compactadas e uniformes, aumentando sua resistência mecânica e sua durabilidade.

O XPS, no que se refere à cobertura, ele pode ser utilizado tanto nas coberturas planas, quanto nas coberturas inclinadas, devendo apenas se atentar às necessidades de cada uma delas, podendo se dar, como relatam Thomaz e Ishioka (2014), no lado interno ou externo na edificação podendo ser junto da estrutura do telhado ou sobre (ou sob) o sistema de impermeabilização da cobertura.

CONCLUSÃO

Com base nas informações selecionadas para composição deste estudo, foi possível compreender que, atualmente, aumentou-se o uso do poliestireno extrudado XPS nas edificações, principalmente em suas coberturas, pois ele possibilita um maior isolamento térmico, além de auxiliar na impermeabilização local, já que é resistente à água e às variações de temperaturas.

O XPS demonstra relevantes vantagens como isolante térmico, pois além do já referenciado, ele inibe a presença de manifestações patológicas que podem danificar a edificação; é fácil de ser aplicado, manuseado e lavado; possui resistência mecânica e não apresenta valor nutritivo para roedores ou insetos.

Independente do formato da cobertura, ele pode ser utilizado como isolante térmico. Pode ser aplicado tanto na área interna, quanto externa. É normalmente utilizado sobre o sistema de impermeabilização, tornando-o mais eficiente.

Desta forma, pôde-se observar que o XPS funciona adequadamente como isolante térmico de coberturas.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. A. R. L. **Impermeabilização e Isolamento Térmico de Coberturas em Terraço, Sistemas Construtivos e Patologias**. 2013. 91f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2182/1/Disserta%20a7%20a30.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

AUGUSTO, C.; BRAGANÇA, L.; ALMEIDA, M. Materiais de isolamento térmico de edifícios. Para além da energia operacional. **EURO ELECS**, v. 1, p. 562-570, 2015. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/39456/1/2189-Euro-ELECS_2015-Materiais%20de%20isolamento%20t%20c%20a9rmico.pdf. Acesso em: 30 mar. 2022.

CONNOR, N. **O que é isolamento térmico – isolador térmico – definição**. [S. l.]: Thermal Engineering, 2019. Disponível em: <https://www.thermal-engineering.org/pt-br/o-que-e-isolamento-termico-isoladortermicodefinicao/#:~:text=O%20isolamento%20t%20c%20a9rmico%20c%20a9%20o%20processo%20de%20redu%20c%20a7%20c%20a30,uma%20condutividade%20t%20c%20a9rmica%20do%20sistema%20ainda%20mais%20baixa>. Acesso em: 08 jun. 2022.

https://ciamh.up.pt/arma/wp-content/uploads/2014/08/G19_isolamento-termico.pdf. Acesso em: 30 mar. 2022.

MENDES, P. F. S. **Isolamentos térmicos em edifícios e seu contributo para a eficiência energética: recomendações de projetos**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2012. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/3333/3/DM_14576.pdf. Acesso em: 08 jun. 2022.

MY ENERGY SHIELD. Diferentes acabamentos e encaixes de placas de XPS, para diferentes utilizações. **My Energy Shield**, 2019. Disponível em: <https://energyshield.pt/projecto-e->

[planeamento/diferentes-acabamentos-e-encaixes-de-placas-de-xps-para-diferentes-utilizacoes/](#).

Acesso em: 30 out. 2022.

THOMAZ, B.; ISHIOKA, L. **Materiais de Construção**: Isolamento Térmico. Porto, Portugal: C2 Faup, 2010/2011. Disponível em: