

DURABILIDADE DE SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR (ETICS)

João L. Parracha ^{1,2}, Rosário Veiga ², Lina Nunes ², Inês Flores-Colen ¹

¹ CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa | Portugal

² LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil | Portugal

Autor correspondente: jparracha@lnec.pt

Palavras-chave

ETICS; Durabilidade; Eficiência energética; Envelhecimento artificial acelerado; Envelhecimento natural.

Resumo

A União Europeia tem vindo a implementar uma rigorosa política ambiental e energética para cumprir o objetivo ratificado no Acordo de Paris e se tornar a primeira economia e sociedade com impacto neutro no clima até 2050. Uma vez que o setor da construção e manutenção de edifícios é responsável por uma percentagem considerável do consumo global de energia, tem-se vindo a assistir a uma atualização e adaptação do setor, através da procura de sistemas, soluções e processos construtivos mais sustentáveis e que respondam às crescentes exigências de conforto higrotérmico dos edifícios. Os sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior com revestimento sobre isolante, do tipo ETICS (*External Thermal Insulation Composite Systems*), são uma solução cada vez mais frequente na construção e na reabilitação de fachadas de edifícios em Portugal e na Europa, não só por contribuírem fortemente para a eficiência energética dos edifícios, mas também pelas vantagens que apresentam face a outras soluções. A otimização dos sistemas ETICS e a compreensão dos fatores e mecanismos de degradação que afetam a sua durabilidade são aspetos relevantes para um desempenho eficaz do sistema ao longo do tempo. Esta comunicação apresenta alguns dos resultados mais relevantes do estudo de doutoramento do primeiro autor relacionado com a avaliação da durabilidade de diferentes soluções comerciais de ETICS, com o objetivo de aumentar a sua eficiência e sustentabilidade a longo prazo. Neste sentido, identificam-se os principais agentes e mecanismos de degradação e dá-se especial atenção a problemas de colonização biológica, identificando-se as suas causas, possíveis implicações no desempenho térmico e mecânico dos sistemas e apresentando estratégias para minimizar a sua ocorrência.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de isolamento térmico pelo exterior com revestimento sobre isolante, do tipo ETICS, são constituídos, em sequência, por: uma camada de isolante térmico, que é fixada à parede da fachada; uma camada de base, normalmente constituída por uma argamassa de ligante misto (hidráulico, com uma resina) e um agregado fino; uma camada de acabamento, frequentemente aplicada por pintura a rolo, podendo tratar-se de uma tinta aquosa ou de um revestimento plástico espesso [1,2]. Atualmente, no mercado português, existem várias composições deste tipo de sistemas, que diferem fundamentalmente no tipo de isolante térmico aplicado (p. ex., EPS, MW, ICB) e nas soluções de camada de revestimento, que é constituída pelas camadas de base e de acabamento.

A avaliação do desempenho dos ETICS é feita com base no documento de avaliação europeia EAD 040083-00-0404 [3]; os critérios definidos neste documento baseiam-se numa vida útil prevista dos ETICS de 25 anos, desde que sejam realizadas ações normais e periódicas de manutenção. De facto, os sistemas ETICS possuem diversas vantagens face a outras soluções de isolamento térmico, que incluem a mitigação de pontes térmicas, redução do risco de condensações superficiais nas paredes no interior dos edifícios e proteção das paredes da envolvente e de elementos estruturais. No entanto, apresentam também algumas desvantagens, tais como a falta de aderência entre os diferentes componentes do sistema e do sistema ao suporte, baixa resistência ao choque, propensão à fissuração, alteração da cor e suscetibilidade à colonização biológica [1,2,4].

Os fenómenos de colonização biológica na superfície dos ETICS são bastante comuns devido às características de desempenho destes sistemas [5-7]. No geral, a colonização biológica por diferentes tipos de microrganismos é fortemente influenciada pelo teor de água existente nas camadas superficiais do sistema, que depende fundamentalmente do efeito combinado de três fatores: chuva incidente, processo de secagem e fenómenos de condensações superficiais. Assim, o risco de colonização biológica na superfície dos ETICS aumenta consideravelmente em soluções que possuam um processo de secagem mais lento das camadas superficiais, o que leva a que o teor de água à superfície permaneça elevado durante longos períodos de tempo. Adicionalmente, quanto maior for o risco de condensações superficiais exteriores no sistema, maior será também o risco de colonização biológica.

A água é o principal agente de degradação a ser considerado e tem influência nos principais mecanismos de degradação. Adicionalmente, a omissão ou execução incorreta dos pontos singulares, assim como a aplicação deficiente do sistema, ou dos seus componentes, e a escolha de materiais inadequados tem uma importância fundamental e condiciona fortemente o bom desempenho do ETICS. Por exemplo, um sistema aplicado com uma espessura de revestimento insuficiente pode levar a uma maior absorção de água do sistema, bem como uma maior tendência para fissuração e empolamento do revestimento. Isto, por sua vez, potencia outras anomalias, tais como colonização biológica, e conduz também a um decréscimo na eficiência do sistema, particularmente se a água atingir a camada de isolamento térmico, condicionando fortemente a sua resistência térmica.

Esta comunicação apresenta alguns dos resultados mais relevantes do estudo de doutoramento do primeiro autor relacionado com a avaliação da durabilidade de diferentes soluções comerciais de ETICS, com o objetivo de aumentar a sua eficiência e sustentabilidade a longo prazo. Neste sentido, identificam-se os principais agentes e mecanismos de degradação e dá-se especial atenção a problemas de colonização biológica, identificando-se as suas causas, possíveis implicações no desempenho térmico e mecânico dos sistemas e apresentando estratégias para minimizar a sua ocorrência.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. MATERIAIS

Neste trabalho, analisaram-se seis soluções comerciais de ETICS, Sx, sendo x de 1 a 6, (Figura 1), de três fabricantes distintos e com três tipos de isolante térmico (EPS – poliestireno expandido, ICB – aglomerado de cortiça expandida e MW – lã mineral). Para além disso, as camadas de base e de acabamento também diferem entre soluções de ETICS (Tabela 1). Todas as soluções consideradas têm avaliação técnica europeia (ETA) emitida pelo LNEC, pelo que é expectável um bom desempenho em relação aos requisitos básicos de utilização definidos no EAD 040083-00-0404 [3]. Os provetes das diversas soluções foram realizados pelos respetivos fabricantes e entregues no LNEC em placas com 1,5 m x 1 m de dimensões. As placas foram depois cortadas em provetes mais pequenos, com dimensões aproximadas de 15 cm x 15 cm, que foram utilizados no envelhecimento artificial acelerado (ciclos higrotérmicos) e no envelhecimento natural.

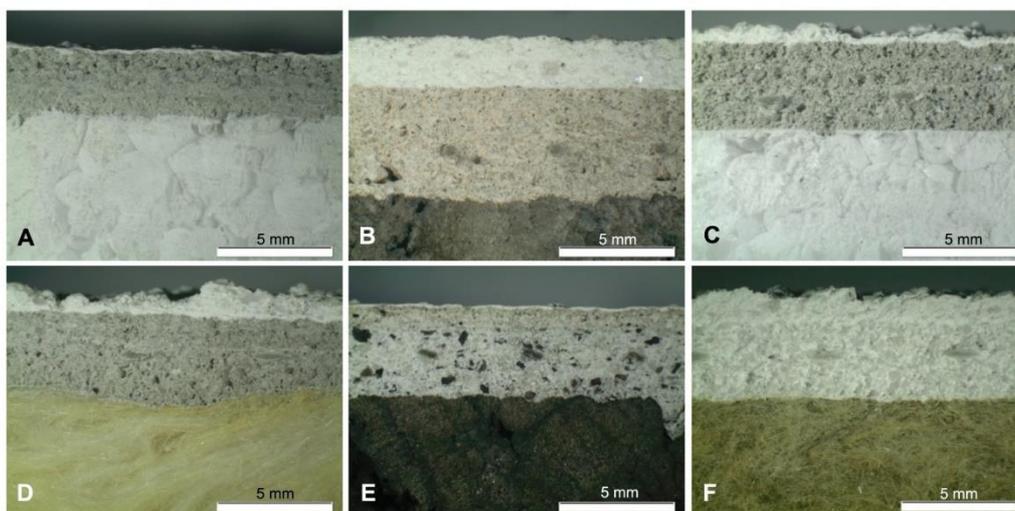


Figura 1. Soluções de ETICS ensaiadas no estudo: A – S1, B – S2, C – S3, D – S4, E – S5 e F – S6.

Tabela 1. Constituição e identificação das seis soluções de ETICS.

Identificação	Isolante térmico	Camada de Base*	Camada de Acabamento
S1	EPS	Cimento	Tinta acrílica
S2	ICB	Cal hidráulica natural	Cal aérea, ligante hidráulico
S3	EPS	Cimento	Tinta acrílica
S4	MW	Cimento	Tinta acrílica
S5	ICB	Cal hidráulica natural	Tinta de silicato
S6	MW	Cimento	Tinta acrílica

* com inclusão de rede de fibra de vidro normal.

2.2. ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL ACELERADO

Para a avaliação da durabilidade dos sistemas, desenvolveu-se uma metodologia inovadora, que combina a ação de diferentes agentes de degradação (i.e., ciclos higrotérmicos, exposição aos UV, exposição aos poluentes e colonização biológica) de forma sequencial (Figura 2).

Os ciclos higrotérmicos foram realizados de acordo com o EAD 040083-00-0404 [3] numa câmara higrotérmica “Fitoclima 700 EDTU” e são compostos, em sequência, por: 80 ciclos de calor/chuva (duração total de 320 h); período de repouso de pelo menos 48 h a 20 °C; 5 ciclos de calor/frio (duração total de 120 h); novo período de repouso de pelo menos 48 h a 20 °C.

O ensaio de envelhecimento acelerado com exposição à radiação ultravioleta (UV) foi realizado de acordo com a norma ISO 16474-3 [8], numa câmara de envelhecimento acelerado QUV. O ensaio utiliza uma radiação UV de 60 W/m², no espectro 300-400 nm, alternando entre 4 h de exposição aos UVA a 60 °C e 4 h de condensação (80% de HR) a temperatura constante (T = 50 °C). O ensaio tem uma duração de 1000 h.

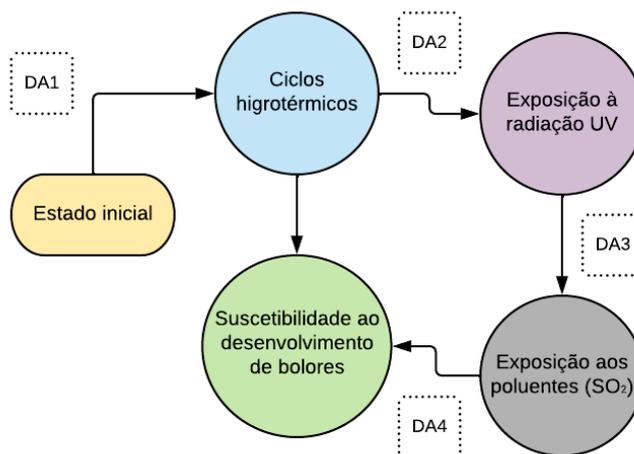


Figura 2. Metodologia de envelhecimento artificial acelerado, onde “DA” se refere aos ensaios de avaliação intercalar [5].

O ensaio de exposição aos poluentes (SO₂) foi realizado numa câmara de simulação climática “Fitoclima 300 EDTU”, onde se alternaram as condições ambientais no interior da câmara entre T = 40 °C e HR = 30% (por 6 h) e T = 15 °C e HR = 85% (por 6 h), num total de 60 ciclos. O ensaio tem uma duração total de 720 h, utilizando-se uma concentração de SO₂ de 25 ppm.

Finalmente, a susceptibilidade ao desenvolvimento de bolores foi avaliada de acordo com uma metodologia previamente definida e validada para ETICS [9]. Os provetes foram expostos em frascos previamente esterilizados e contendo meio de cultura adequado e posteriormente inoculados artificialmente com uma suspensão mista de *A. niger* e *P. funiculosum*. Os frascos de cultura foram depois colocados em ambiente controlado (T = 22 ± 1 °C; HR = 70 ± 5%) por um período de quatro semanas. Efetuou-se uma classificação visual do grau de crescimento de bolores de acordo com a seguinte escala: 0 – sem crescimento de bolores (0% de crescimento na superfície); 1 – traços de crescimento (< 10% de crescimento na superfície); 2 – crescimento leve (entre 10% e 30% de crescimento na superfície); 3 – crescimento moderado (entre 30% e 60% de crescimento na superfície); 4 – crescimento considerável (> 60% de crescimento na superfície).

A durabilidade dos sistemas foi avaliada imediatamente após exposição aos diferentes agentes de degradação (“DA” na Figura 2), considerando os ensaios descritos na secção 2.4.

2.3. ENVELHECIMENTO NATURAL

Dois provetes de cada uma das seis soluções de ETICS ensaiadas (Tabela 1) foram expostos em ambiente urbano, junto ao aeroporto, no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Lisboa, e em ambiente marítimo, perto do Oceano Atlântico, no campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (Figura 3).

Os provetes foram colocados em estações de exposição natural orientadas a sul (Figura 3). A durabilidade dos sistemas foi avaliada após um e dois anos de envelhecimento natural considerando os ensaios descritos na secção 2.4.

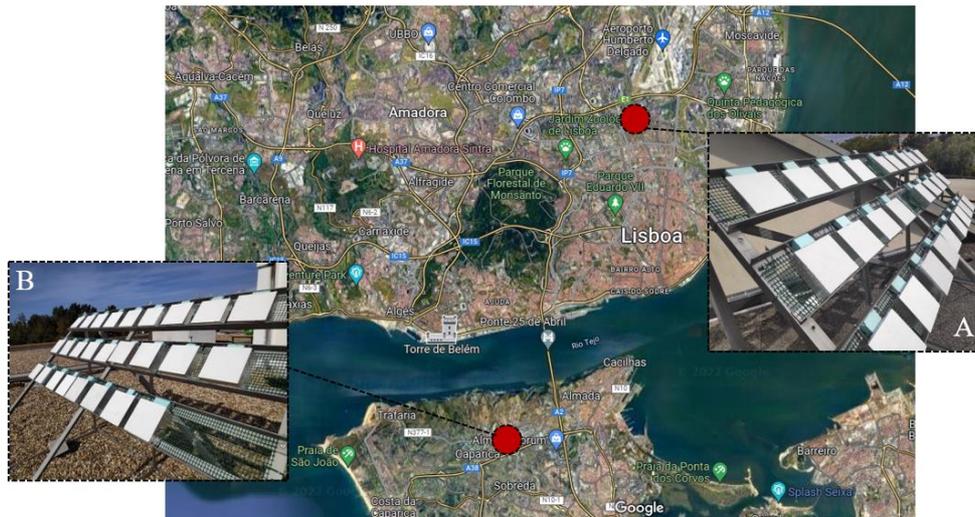


Figura 3. Estações de exposição natural localizadas em ambiente urbano (A) e em ambiente marítimo (B) [6].

2.4. AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE

Para a avaliação da durabilidade dos ETICS, determinaram-se as seguintes propriedades superficiais: rugosidade, brilho e cor. A rugosidade foi avaliada com um medidor de perfil de superfície *Elcometer 223* (medição pico-vale) em nove zonas distintas de cada provete. O brilho especular foi medido de acordo com a norma ASTM D6578 [10], usando um brilhômetro *PCE-PGM 100* (intervalo de medição entre 0 e 1000 GU e resolução de 0,1 GU) com um ângulo de incidência de 60°. Finalmente, a cor foi avaliada com um colorímetro portátil *Minolta CR-410* considerando o sistema CIELAB [11] com um iluminante padrão D₆₅ e um ângulo de medição de 2°. Nestes ensaios, utilizou-se uma matriz de cartão na superfície dos provetes, com o objetivo de permitir a repetição das medições nas mesmas zonas, antes e após envelhecimento.

Para se avaliar as propriedades de resistência à água dos ETICS, determinou-se a absorção de água por capilaridade e a permeabilidade ao vapor de água dos provetes. O ensaio de absorção de água por capilaridade foi realizado de acordo com o especificado no EAD 040083-00-0404 [3] em ambiente condicionado, com uma temperatura (T) de 23 ± 2 °C e uma humidade relativa (HR) de 65 ± 5%. Por sua vez, o ensaio de permeabilidade ao vapor de água foi realizado de acordo com o definido no EAD 040083-00-0404 [3], utilizando o método da cápsula seca, o que implica o uso de um dessecante (para obtenção de uma HR de ~ 0% no interior da cápsula). O ensaio foi realizado em ambiente condicionado com T = 23 ± 2 °C e HR = 50 ± 5%.

A condutibilidade térmica do isolante de cada um dos ETICS ensaiados foi determinada com recurso ao equipamento *ISOMET 2114*, que utiliza o método transiente, de acordo com a norma ASTM D5930-09 [12]. A medição dos valores da condutibilidade térmica foi efetuada no estado seco, com uma temperatura média de ensaios de 10 °C.

3. RESULTADOS

Após ciclos de envelhecimento artificial acelerado, verificou-se um aumento da rugosidade superficial dos ETICS. No entanto, não foi detetada uma tendência clara nos resultados. A rugosidade superficial do ETICS com tinta de silicato (S5) foi apenas ligeiramente afetada pelos ciclos de envelhecimento (+ 0,6%), enquanto o maior aumento de rugosidade se verificou para o sistema com acabamento de cal S2 (+ 37%). Os sistemas com acabamento acrílico obtiveram os maiores valores de rugosidade superficial quer no estado inicial, quer após envelhecimento.

O brilho superficial de todas as soluções ensaiadas aumentou ligeiramente após ciclos higrotérmicos. No entanto, este valor diminuiu após exposição à radiação UV e, de forma mais significativa, após exposição aos poluentes. O maior decréscimo no valor do brilho superficial foi obtido para um sistema com acabamento acrílico S6 e o menor para o sistema com acabamento de cal S2. No entanto, a variação total de brilho foi sempre inferior a 2 unidades, o que significa que esta não é detetada a olho nu. Os resultados confirmaram uma correlação entre o brilho e a rugosidade, sendo que, quanto menor a rugosidade, maior o brilho.

Observaram-se traços de crescimento de bolores (< 10% de crescimento na superfície dos provetes) após ciclos higrotérmicos, especialmente no sistema com acabamento de cal S2. No entanto, não se verificou um aumento da biocolonização após exposição à radiação UV, o que se pode dever, em parte, ao facto de alguns sistemas possuírem dióxido de titânio (TiO₂) na formulação da camada de acabamento, o que pode produzir um efeito biocida após ativação pelos UV. Verificou-se, também, que a exposição aos poluentes (SO₂) não contribuiu para um aumento do crescimento de bolores na superfície dos provetes [5].

Nos provetes em exposição natural, observaram-se fenómenos de condensações superficiais em todos os sistemas nas duas condições de exposição (urbana e marítima) e especialmente no período das primeiras horas da manhã (Figura 4A). Observaram-se manchas na superfície do sistema com acabamento de cal S2 a partir dos seis meses de exposição (Figura 4B), que foram mais relevantes nos provetes expostos em ambiente marítimo. Através de uma análise microbiológica destas manchas, comprovou-se a presença de mistura de bolores pertencentes aos géneros *Alternaria*, *Didymella*, *Cladosporium* e *Epicoccum* [6].

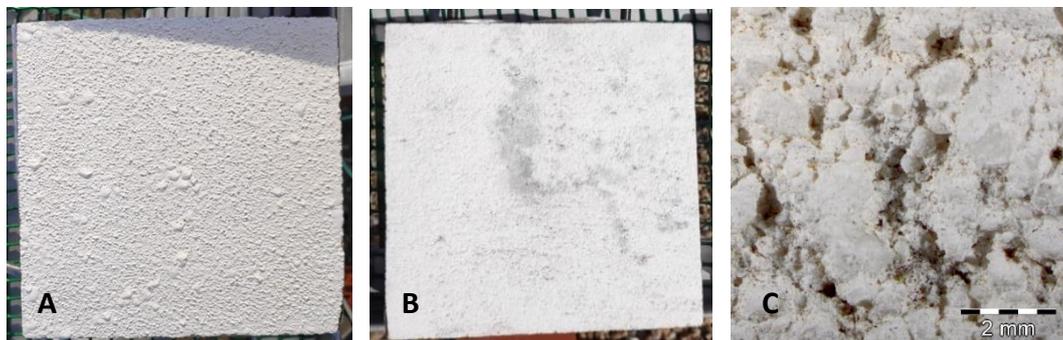


Figura 4. Fenómenos de condensações superficiais na superfície do ETICS com acabamento de tinta de silicato S5 (A); manchas observadas na superfície do ETICS com acabamento de cal S2 em ambiente marítimo (B); acumulação de sujidade e fissuração na superfície de um sistema com acabamento de base acrílica S6 em ambiente urbano (C) [6].

Os provetes mais rugosos, com acabamento de base acrílica, apresentaram maior fissuração na superfície em comparação com os provetes menos rugosos, com acabamento de cal ou tinta de silicato. Verificou-se, também, bastante acumulação de sujidade na superfície dos provetes, que foi especialmente relevante nos provetes mais rugosos e expostos em ambiente urbano (Figura 4C).

Obtiveram-se valores de absorção de água por capilaridade inferiores a 1 kg/m^2 após 1 h de ensaio para todos os ETICS após dois anos de envelhecimento natural, com exceção do sistema com acabamento de cal, onde o valor superou 1 kg/m^2 . De facto, verificou-se uma redução da absorção de água por capilaridade nos ETICS com acabamento acrílico após envelhecimento e um aumento desta característica no caso dos ETICS com acabamento de cal ou com tinta de silicato. Todos os ETICS, com exceção daquele com acabamento de silicato (S5), se tornaram mais permeáveis ao vapor de água após dois anos de exposição natural.

Os resultados da condutibilidade térmica obtidos após dois anos de envelhecimento natural não foram significativamente diferentes daqueles obtidos no estado inicial. Verificou-se, no entanto, um ligeiro aumento (+ 3,2%) da condutibilidade térmica do EPS, enquanto este valor permaneceu praticamente inalterado no caso do ICB. O maior aumento de condutibilidade térmica foi obtido para a MW (+ 6,3%) após dois anos de exposição natural em ambiente urbano.

Verificou-se uma diminuição do brilho superficial na generalidade dos ETICS, que foi apenas significativa após dois anos de exposição, especialmente em ambiente marítimo. Registou-se uma diminuição significativa da luminosidade superficial dos sistemas após um ano de envelhecimento, sendo esta diminuição superior nos ETICS com acabamento acrílico e, portanto, naqueles com maior rugosidade. Os ETICS ficaram com uma tonalidade mais avermelhada após envelhecimento, especialmente em meio urbano. Ficaram também com a superfície mais amarelada, com exceção do sistema com acabamento de cal S2, onde se verificou uma tonalidade azulada após envelhecimento.

Finalmente, detetaram-se traços de crescimento de bolores na superfície dos provetes com acabamento acrílico (S1, S3, S4 e S6) após um e dois anos de exposição natural, quer em ambiente marítimo, quer urbano. Os resultados foram ligeiramente superiores em ambiente urbano, onde também se detetou maior sujidade na superfície destes sistemas. Em relação ao ETICS com acabamento à base de silicato (S5), não se detetou qualquer crescimento de bolores na superfície dos provetes após dois anos de envelhecimento natural. O maior nível de crescimento biológico foi obtido para o sistema com acabamento de cal após um e dois anos de envelhecimento. Os resultados foram ligeiramente superiores nos provetes expostos em ambiente marítimo.

4. NOTAS FINAIS

A água foi identificada como o principal agente de degradação dos sistemas ETICS, condicionando o seu bom desempenho térmico. Assim, a camada de acabamento do sistema deverá possuir um bom desempenho à água, garantindo uma baixa absorção de água por capilaridade e uma permeabilidade ao vapor de água relativamente elevada, por forma a garantir uma boa capacidade de secagem do sistema, evitando condensações nas camadas constituintes e também que a água atinja a camada de isolamento térmico.

Considerando os requisitos já existentes no guia europeu EAD 040083-00-0404 [3] e os resultados obtidos no presente estudo, considera-se que os sistemas apresentem uma absorção de água por capilaridade, medida após 1 h de ensaio, inferior a 1 kg/m^2 .

No caso de sistemas com lã mineral como isolante térmico, o critério da absorção de água por capilaridade à 1 h de ensaio deve ser ainda mais exigente, recomendando-se que esta não exceda 0,5 kg/m².

Deverá também existir uma compensação entre absorção de água por capilaridade e permeabilidade ao vapor de água, ou seja, um ETICS que apresente maior absorção de água por capilaridade deverá possuir também uma maior permeabilidade ao vapor de água, para evitar a possível ocorrência de condensações intersticiais que favoreçam, por exemplo, o aparecimento de empolamentos na camada de acabamento por perdas de aderência localizadas e a redução da resistência térmica do sistema. De acordo com o especificado no guia europeu [3], a espessura da camada de ar de difusão equivalente do revestimento (conjunto da camada de base e de acabamento) não deverá ser superior a 2 m para os sistemas em que o isolante térmico é um plástico celular (p. ex., EPS) ou a 1 m para os sistemas em que o isolante térmico é uma lã mineral ou um material de base orgânica (p. ex., aglomerado de cortiça expandida – ICB).

A utilização de soluções de proteção na camada de acabamento de sistemas ETICS para a sua reparação deverá ter sempre em conta a importância de uma boa compatibilidade entre os componentes do sistema para um aumento da eficiência e da durabilidade do conjunto.

Para evitar fenómenos de colonização biológica em ETICS, recomenda-se fortemente que se opte por opções arquitetónicas e/ou construtivas que permitam uma diminuição da quantidade de água que escorre ao longo das fachadas, como sejam os perfis de parapeito e capeamentos com pingadeiras.

Sugere-se também a utilização de biocidas na camada de acabamento do sistema. Uma vez que a utilização destes produtos não garante o bom desempenho a longo prazo, enumera-se, de seguida, um conjunto de fatores que pode contribuir para minimizar o risco de colonização biológica na superfície dos sistemas e que se focam, fundamentalmente, no comportamento higrotérmico dos ETICS. Assim, os sistemas devem possuir: uma baixa absorção de água por capilaridade; um processo de secagem relativamente rápido das camadas superficiais, garantindo que o teor de água na superfície não permaneça elevado durante longos períodos de tempo; e um menor risco de fenómenos de condensações superficiais.

Para além disso, deverá garantir-se um bom desempenho das camadas de revestimento ao desenvolvimento de microrganismos, sendo este fator essencial para prevenir fenómenos de colonização biológica na camada de isolamento térmico (que apresenta maior bio-suscetibilidade) e, conseqüentemente, em todo o sistema. Assim, a camada de isolamento térmico não deverá, em caso algum, ficar exposta ao meio ambiente.

Para eliminação de manchas de colonização biológica, recomenda-se uma limpeza da superfície do sistema utilizando água a baixa pressão. Posteriormente, propõe-se a aplicação de um produto biocida sobre o revestimento e/ou a aplicação de uma nova camada de acabamento com biocida, caso esta seja danificada pela limpeza a baixa pressão.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Fundação para a Ciência e a Tecnologia através do financiamento (UIDB/04625/2020) da unidade de investigação CERIS.

Referências

[1] Borsoi, G.; Dionísio, A.; Faria, P.; Flores-Colen, I.; Garcia, A. R.; Gomes, M. G.; Malanho, S.; Nunes, L.; Parracha, J. L.; Santos, L.; Silvestre J. D.; Veiga, R.; Viegas, C.; Vilhena, A., 2023. “Sistemas de Isolamento Térmico pelo Exterior (ETICS). Desempenho, Durabilidade e Recomendações Técnicas”, CERIS, Lisboa, Portugal.

[2] Parracha, J.L.; Veiga, R.; Flores-Colen, I.; Nunes, L., 2023. “Toward the sustainable and efficient use of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS): A comprehensive review of anomalies, performance parameters, requirements and durability”, *Buildings* 13, 1664.

[3] EOTA (European Organisation for Technical Approvals), 2020. “EAD 040083-00-0404: External Thermal Insulation Composite Systems with Renderings”, Guideline for Technical Approval.

[4] Viegas, C. A.; Borsoi, G.; Moreira, L. M.; Parracha, J. L.; Nunes, L.; Malanho, S.; Veiga, R.; Flores-Colen, I., 2023. “Diversity and distribution of microbial communities on the surface of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) facades in residential buildings”, *International Biodeterioration & Biodegradation* 184, 105658.

[5] Parracha, J. L.; Borsoi, G.; Veiga, R.; Flores-Colen, I.; Nunes, L.; Garcia, A. R.; Ilharco, L. M.; Dionísio, A.; Faria, P., 2021. “Effects of hygrothermal, UV and SO₂ accelerated ageing on the durability of ETICS in urban environments”, *Building and Environment* 204, 108151.

- [6] Parracha, J. L.; Borsoi, G.; Flores-Colen, I.; Nunes, L.; Viegas, C. A.; Moreira, L. M.; Dionísio, A.; Gomes, M. G.; Faria, P., 2022. "Durability assessment of external thermal insulation composite systems in urban and maritime environments", *Science of the Total Environment* 849, 157828.
- [7] Parracha, J. L.; Veiga, R.; Gomes, M. G.; Flores-Colen, I.; Nunes, L., 2024. "Hygrothermal behaviour of external thermal insulation composite systems (ETICS) to withstand biological colonisation", *Journal of Building Engineering* 86, 108932.
- [8] ISO 16474-3, 2013. "Paints and varnishes – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3, Fluorescent UV lamps", International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [9] Parracha, J. L.; Borsoi, G.; Flores-Colen, I.; Veiga, R.; Nunes, L.; Dionísio, A.; Gomes, M. G.; Faria, P., 2021. "Performance parameters of ETICS: Correlating water resistance, bio-susceptibility and surface properties", *Construction and Building Materials* 272, 121956.
- [10] ASTM (American Society for Testing and Materials), 2018. "Standard Practice for Determination of Graffiti Resistance", ASTM D6578/D6578M-13:2018, West Conshohocken, Pennsylvania, USA.
- [11] CIE S014-4/E, 2007. "Colorimetry Part 4: CIE 1976 L* a* B* Colour Space".
- [12] ASTM (American Society for Testing and Materials), 2014. "Standard Test Method for Thermal Conductivity of Plastic by means of Transient line-source technique", ASTM D5930-09, West Conshohocken, Pennsylvania, USA.