

APLICAÇÃO DA RESINA POLIÉSTER REFORÇADA COM FIBRA DE VIDRO PARA IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

APPLICATION OF FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER RESIN FOR WATERPROOFING IN CIVIL CONSTRUCTION

Rodrigo M. Albacete^{1,3}; Danielle F. dos Santos^{2,3}

RESUMO

A impermeabilização constitui um elemento essencial na construção civil, ao proporcionar proteção às estruturas contra danos causados pela água. Nos Estados Unidos e na Europa, a prática predominante tem sido a aplicação de resinas de poliéster reforçadas com fibra de vidro, em substituição à manta asfáltica tradicional, principalmente em áreas externas, lajes e banheiros. O presente estudo propôs uma alternativa ambientalmente mais sustentável, investigando a viabilidade da substituição da manta asfáltica por resina de poliéster reforçada com fibra de vidro. Além da avaliação das propriedades mecânicas e de impermeabilização dessa abordagem, destacou-se também a preocupação com os impactos ambientais, com o intuito de mitigar os efeitos negativos associados à manta asfáltica. Embora a aplicação manual da resina tenha demonstrado resultados promissores no que tange à vedação, identificou-se um desafio significativo em relação à durabilidade, influenciada pela alcalinidade do concreto. A longevidade do material foi afetada pela variação do pH do concreto, que se situou entre 12,5 e 13,5, reagindo com os polímeros utilizados e acelerando o processo de degradação do material. Este estudo revelou-se de grande relevância para viabilizar a adoção de um recurso menos poluente para a impermeabilização de áreas molhadas na construção civil, contribuindo para a redução do impacto ambiental tanto a curto quanto a longo prazo.

Palavras-chave: Impermeabilização; Resina de poliéster reforçado com fibra de vidro; Áreas molhadas.

ABSTRACT

Waterproofing is an essential element in civil construction, providing protection to structures against damage caused by water. In the United States and Europe, the predominant practice has been the application of polyester resins reinforced with fiberglass, replacing the traditional asphalt blanket, mainly in external areas, slabs and bathrooms. The present study proposed a more environmentally sustainable alternative, investigating the feasibility of replacing the asphalt blanket with polyester resin reinforced with fiberglass. In addition to evaluating the mechanical and waterproofing properties of this approach, concern about environmental impacts was also highlighted, with the aim of mitigating the negative effects associated with the asphalt blanket. Although manual application of the resin demonstrated promising results in terms of sealing, a significant challenge was identified in relation to durability, influenced by the alkalinity of the concrete. The longevity of the material was affected by the variation in the concrete's pH, which was between 12.5 and 13.5, reacting with the polymers used and accelerating the material's degradation process. This study proved to be of great relevance in enabling the adoption of a less polluting resource for waterproofing wet areas in civil construction, contributing to the reduction of environmental impact in both the short and long term.

1 Centro Universitário Serra dos Órgãos, UNIFESO, 25976-345, Teresópolis, RJ, Brasil - rodrigo@albacete.com.br.

2 Centro Universitário Serra dos Órgãos, UNIFESO, 25976-345, Teresópolis, RJ, Brasil - daniellesantos@unifeso.edu.br

3 Centro Universitário Serra dos Órgãos, UNIFESO, 25976-345, Teresópolis, RJ, Brasil

Keywords: Waterproofing; Glass fiber reinforced polyester resin; Wet areas.

INTRODUÇÃO

A impermeabilização desempenha um papel fundamental ao isolar os materiais de construção, protegendo-os contra a exposição a líquidos e vapores indesejados (SILVA et al., 2022). No Brasil, a manta asfáltica é o material mais frequentemente utilizado para essa finalidade, em contraste com a prática predominante em muitos países desenvolvidos, que preferem a aplicação de resina de poliéster reforçada com fibra de vidro (GOMES et al., 2023; MARTINS et al., 2021). Embora a utilização dessa resina tenha mostrado resultados satisfatórios em termos de vedação, um desafio significativo reside em sua longevidade, pois a alcalinidade do concreto, com pH entre 12,5 e 13,5, pode acelerar a degradação do material quando em contato com a resina (COSTA et al., 2021; ALMEIDA et al., 2020).

Este estudo é essencial para viabilizar a adoção de novas tecnologias como alternativas para impermeabilizar áreas molhadas na construção civil, oferecendo uma solução menos poluente (FERREIRA et al., 2023; OLIVEIRA et al., 2022). Além disso, o uso deste produto dispensa a manipulação de fogo pelos operadores, reduzindo os riscos de acidentes e melhorando a saúde ocupacional, o que pode contribuir para a imagem da empresa e para a diminuição do impacto ambiental (PEREIRA, 2024; RIBEIRO et al., 2021). Em larga escala, essa alternativa pode também se revelar mais viável economicamente (SOUZA, 2023; BARBOSA et al., 2022).

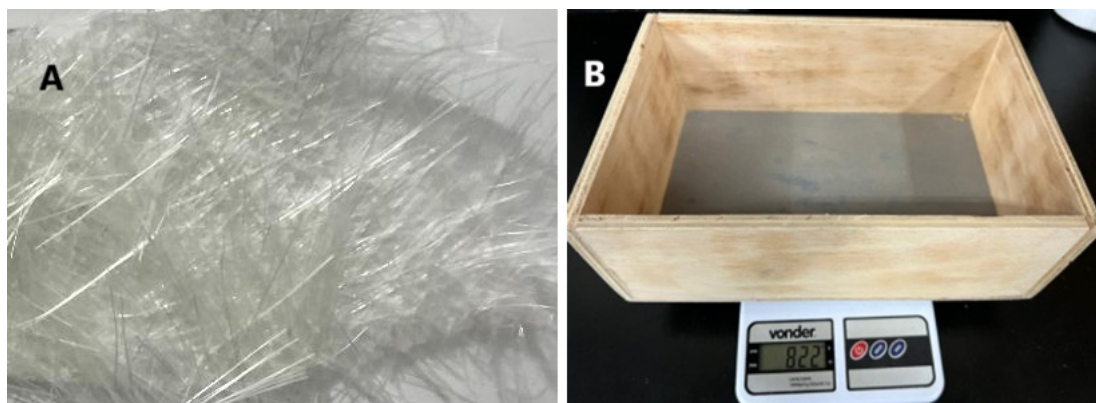
O objetivo principal deste estudo foi desenvolver uma barreira química com tecnologia nacional, capaz de prolongar a vida útil do material ao protegê-lo da degradação causada pela alcalinidade do concreto, possibilitando assim a adoção da resina de poliéster reforçada com fibra de vidro no Brasil como uma alternativa para impermeabilizar áreas molhadas. Para alcançar esse objetivo, foram realizados testes com quatro amostras, utilizando duas barreiras químicas distintas denominadas ALB-1 e ALB-2, juntamente com dois tipos diferentes de fibras de vidro: Roving e Manta. A aplicação desses materiais em um ambiente controlado, mantido submerso, permitiu observar na prática os melhores resultados em termos de custo, longevidade e eficácia de impermeabilização.

METODOLOGIA

Descrição e projeto dos protótipos para o ensaio de estanqueidade

A Figura 1.B ilustra o protótipo de caixa de madeira retangular com dimensões de 30 cm de comprimento, 20 cm de largura e 10 cm de altura. Para a avaliação do ensaio de estanqueidade, cada caixa recebeu três perfurações de 2,5 cm de diâmetro em sua base. Os corpos de prova foram obtidos com a variação de duas barreiras químicas e dois tipos distintos de fibra, sendo eles *roving* e manta (Figura 1.A). Esse ensaio foi conduzido de acordo com as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a fim de assegurar a conformidade e a qualidade dos procedimentos e resultados obtidos. Foram utilizadas as normas ABNT NBR 15571 (Ensaio de Estanqueidade) e NBR 9575 (Sistemas de Impermeabilização) para a realização dos ensaios.

Figura 1: Protótipo da caixa para o ensaio de estanqueidade. (A) fibras; (B) caixa protótipo.



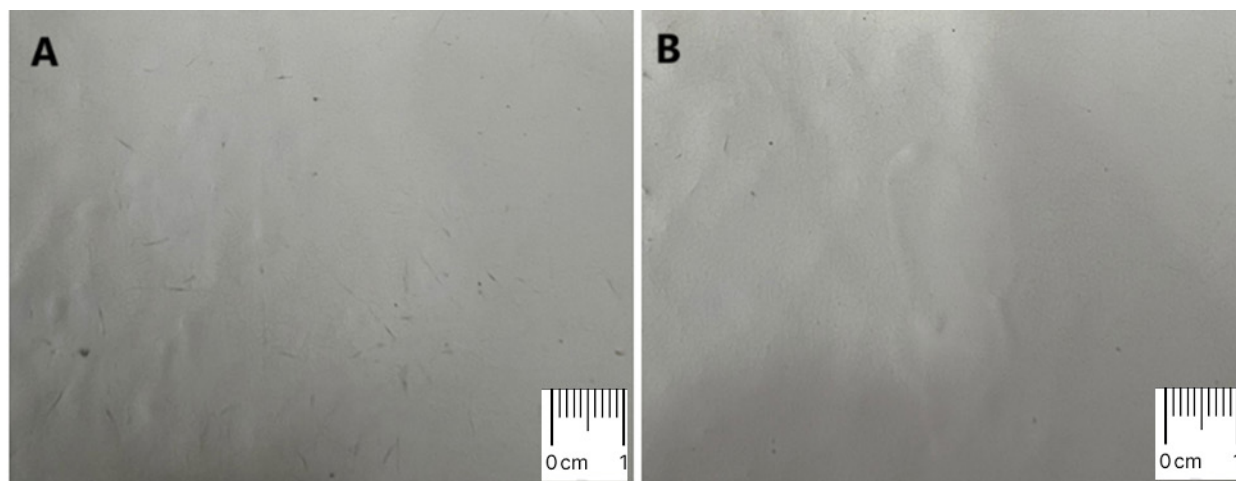
Preparo das mantas de corpos de prova

Para a produção das mantas cimentícias utilizou-se cimento Portland (CPII E-32), agregado miúdo (areia), e a proporção água/cimento de 0,60. A preparação dos materiais foi realizada com a adição da areia formando uma camada de aproximadamente 15 cm. Foi adicionada a água, misturando vigorosamente, até a mistura foi distribuída na caixa formando uma camada com cerca de 20 cm de espessura. No centro da camada, criou-se um espaço utilizando a pá, no qual a água foi adicionada gradualmente, enquanto a mistura era continuamente agitada para evitar vazamentos ou escorrimientos. A mistura foi trabalhada até atingir uma consistência adequada para ser vertida nas caixas de madeira.

Obtenção dos corpos de prova

Preparou-se um traço de concreto, e cada caixa foi numerada e revestida com uma camada de concreto de 2 cm de espessura. Após 72 horas da aplicação do concreto, aplicou-se a primeira camada da barreira química. Nas caixas 1 e 2, foi utilizada a barreira química denominada ALB-1 (Figura 2.A), enquanto nas caixas 3 e 4 utilizou-se a barreira designada ALB-2 (Figura 2.B). Decorridas mais 24 horas, realizou-se a laminação com resina de poliéster isoftálica reforçada com fibra de vidro. Nas caixas 1 e 3, utilizou-se o reforço com fibra tipo *roving*, e nas caixas 2 e 4, a laminação foi feita com Manta. Transcorrido o período de 24 horas, aplicou-se a segunda camada da barreira química, correspondente à primeira. Passadas mais 24 horas, executou-se um novo traço de concreto para recobrir completamente o material. Após 72 horas da aplicação da segunda camada de concreto, iniciou-se o teste de estanqueidade. Para isso, adicionaram-se cerca de 700 mL de água em cada caixa, a fim de saturar completamente a segunda camada de concreto e formar uma lâmina d'água de 1,5 a 2 cm.

Figura 2: Mantas preparadas nas caixas 1 e 2 [ALB-1] (A) e 3 e 4 [ALB-2] (B).



O teste foi conduzido ao longo de dois anos, com inspeções visuais realizadas a cada 15 dias por meio da abertura de inspeção, com o objetivo de identificar sinais de infiltração. Após cada inspeção, acrescentava-se mais água para manter a lâmina d'água acima da segunda camada de concreto.

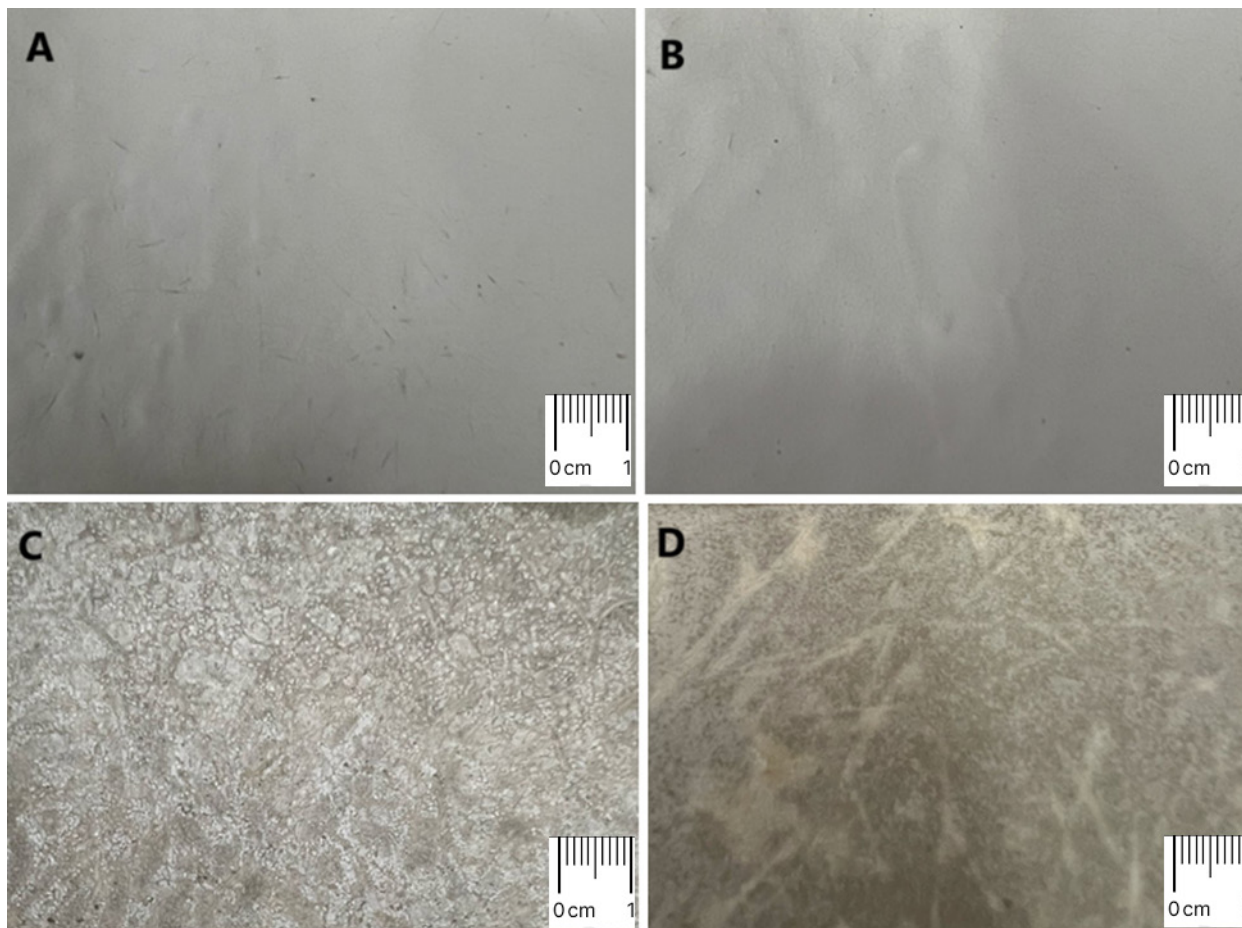
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A realização do teste de estanqueidade foi de suma importância para esta pesquisa, uma vez que seu principal objetivo consistiu em validar a aplicabilidade do plástico reforçado com fibra de vidro na impermeabilização de estruturas na construção civil. Após dois anos de avaliação, as condições de ensaios consideradas foram em 25 °C e umidade de 23%.

A Figura 3.A apresenta a manta utilizando a barreira química ALB-1, aplicada com resina de poliéster isoftálica reforçada com *roving* de fibra de vidro (caixa 1). Durante o período de dois anos de experimento, observou-se, por meio de inspeções visuais, que não houve indícios de vazamento. Em relação à longevidade do material, constatou-se que a reação da alcalinidade do concreto com a resina de poliéster reforçada com fibra de vidro foi insignificante, devido à proteção proporcionada pela barreira química. Assim, os resultados obtidos confirmaram a eficácia satisfatória do material.

A Figura 3.B ilustra a manta utilizando a barreira química ALB-1, porém com a aplicação de resina de poliéster isoftálica reforçada com manta de fibra de vidro (caixa 2). Durante os dois anos de experimento, foi constatado visualmente que não houve indícios de vazamento. Quanto à longevidade do material, observou-se que a reação da alcalinidade do concreto com a resina reforçada foi insignificante, devido à proteção proporcionada pela barreira química.

Figura 3: Mantas: caixa 1 roving de fibra de vidro (A); caixa 2 manta de fibra de vidro (B); caixa 3 roving de fibra de vidro (C); caixa 4 poliéster isoftálica reforçada com manta de fibra de vidro (D).



A Figura 3.C apresenta a manta com a barreira química ALB-2, aplicada com resina de poliéster isoftálica reforçada com roving de fibra de vidro (caixa 3). Durante os dois anos de experimento, observou-se visualmente que não houve indícios de vazamento. No entanto, constatou-se que a reação da alcalinidade do concreto com a resina reforçada foi significativa, de modo que a barreira química ALB-2 conseguiu apenas retardar, mas não impediu o ataque químico, o que pode comprometer a longevidade do material (COSTA et al., 2021; MARTINS et al., 2022). Assim, o desempenho observado foi insatisfatório.

A Figura 3.D ilustra a manta com a barreira química ALB-2, porém com resina de poliéster isoftálica reforçada com manta de fibra de vidro (caixa 4). Durante o período de dois anos, verificou-se que não houve indícios de vazamento. Contudo, assim como na caixa 3, a reação da alcalinidade do concreto com a resina reforçada foi significativa, e a barreira química ALB-2 conseguiu apenas retardar, sem impedir o ataque químico, comprometendo a longevidade do material (FERREIRA et al., 2023; OLIVEIRA et al., 2022). Com base nos dados fornecidos na Tabela 1, a análise de custo por metro quadrado aplicado dos materiais permite avaliar a vantagem econômica de cada opção (SILVA et al., 2022).

A seguir, comparamos os custos com a eficácia técnica observada nas caixas durante o experimento de dois anos. A caixa 1 (ALB-1 com roving) apresentou resultado satisfatório, sem vazamentos e com reação insignificante do concreto, sendo viável, embora tenha um custo elevado (R\$ 167,00/m²) em comparação com outras opções, o que pode limitar sua aplicação em projetos com orçamento restrito (BARBOSA et al., 2022). A caixa 2 (ALB-1 com manta) apresentou o melhor desempenho técnico, sem vazamentos e com maior resistência, mas seu custo é o mais alto (R\$ 194,00/m²), tornando-a recomendável apenas para projetos que priorizem qualidade e durabilidade (GOMES et al., 2023; SOUZA, 2023).

Tabela 1: Custo por m² aplicado do material variando com o tipo de manta impermeabilizante.

Material	Custo/m ²
Manta Asfáltica	R\$ 75,00
Caixa 1: ALB-1 com Roving	R\$ 167,00
Caixa 2: ALB-1 com Manta	R\$ 194,00
Caixa 3: ALB-2 com Roving	R\$ 128,00
Caixa 4: ALB-2 com Manta	R\$ 155,00

A caixa 3 (ALB-2 com roving) obteve desempenho insatisfatório, com reação significativa entre o concreto e a resina, comprometendo a longevidade, o que não justifica seu custo intermediário (R\$ 128,00/m²). Já a caixa 4 (ALB-2 com manta) apresentou desempenho superior ao da Caixa 3, mas ainda insatisfatório, devido à mesma reação significativa, sendo uma opção pouco viável considerando seu custo elevado (R\$ 155,00/m²). Por fim, a manta asfáltica, com o custo mais baixo (R\$ 75,00/m²), pode ser interessante para projetos com restrições orçamentárias.

Os cálculos apresentados foram realizados seguindo uma abordagem sistemática que envolveu várias etapas. Primeiramente, foram definidos os parâmetros relevantes, como dimensões das amostras, custo dos materiais e condições ambientais, extraídos dos ensaios e da literatura pertinente. A coleta de dados incluiu informações sobre a eficácia das barreiras químicas e a reação do concreto com as resinas utilizadas, conforme as normas ABNT NBR 15571 e NBR 9575. Para calcular o custo por metro quadrado (m²) aplicado de cada material, utilizou-se a equação 1. Cujo o custo total representa o valor do material e a área aplicada é a superfície coberta pelo material em metros quadrados.

$$Custo/m^2 = \frac{Custo_Total}{Área_Aplicada}$$

(Equação 1)

Com base nos resultados experimentais apresentados, as caixas 1 e 2, que utilizaram a barreira química ALB-1, demonstraram desempenho superior em termos de impermeabilidade e longevidade, já que não houve indícios de vazamento e a reação da alcalinidade do concreto com a resina foi insignificante em ambos os casos. Embora ambas sejam eficazes, a caixa 2, com resina reforçada por manta de fibra de vidro, apresentou desempenho ligeiramente melhor, devido à maior resistência observada no material. Por outro lado, as caixas 3 e 4, que empregaram a barreira química ALB-2, também não apresentaram vazamentos, mas revelaram reação significativa entre a alcalinidade do concreto e a resina, o que compromete a longevidade. A caixa 3, com *roving* de fibra de vidro, e a caixa 4, com manta de fibra de vidro, conseguiram apenas retardar o ataque químico, mas não o impediram completamente, resultando em desempenho insatisfatório. Dessa forma, a barreira ALB-1, aplicada nas caixas 1 e 2, se destaca como a mais eficiente tanto em impermeabilidade quanto em resistência química. Em termos de custo-benefício, considerando o desempenho, a caixa 1 (ALB-1 com *roving*) é mais vantajosa por combinar eficácia técnica e um custo intermediário (R\$ 167,00/m²) em comparação com a caixa 2, que, apesar do desempenho superior, tem um custo mais elevado (R\$ 194,00/m²).

CONCLUSÃO

A análise dos resultados deste trabalho revelou que a impermeabilização desempenhou um papel fundamental na proteção das estruturas de concreto contra a degradação, principalmente em ambientes expostos à umidade. Os ensaios realizados demonstraram que as barreiras químicas ALB-1 e ALB-2, aplicadas com resinas de poliéster reforçadas com fibra de vidro, apresentaram desempenhos distintos em termos de eficácia e longevidade.

A barreira ALB-1, com um custo de R\$ 167,00/m², embora mais elevada, mostrou-se mais eficaz e capaz de resistir à alcalinidade do concreto, justificando sua utilização em projetos onde a durabilidade foi prioritária. Em contrapartida, a barreira ALB-2, com um custo de R\$ 128,00/m² (ALB-2 com *roving*) e R\$ 155,00/m² (ALB-2 com manta), apresentou resultados insatisfatórios em relação à proteção, comprometendo a longevidade do material. A comparação com a manta asfáltica, que possuía um custo inferior de R\$ 75,00/m², sugeriu que, embora essa alternativa tenha sido menos dispendiosa, a falta de dados experimentais sobre sua eficácia em aplicações específicas pode ter limitado sua adoção em projetos que exigiram altas performances. Portanto, a escolha do sistema de impermeabilização deve ter considerado não apenas o custo inicial, mas também a eficácia a longo prazo e a proteção que cada material pôde oferecer.

A pesquisa concluiu que a adoção de barreiras químicas com tecnologia nacional, como a ALB-1, pode ter sido uma alternativa viável e sustentável para a impermeabilização de áreas molhadas na construção civil, atendendo às demandas por segurança e eficiência.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15571:2019. Ensaio de estanqueidade. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9575:2020. Sistemas de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2020.
- ALMEIDA, J. S.; PEREIRA, L. M.; CUNHA, R. P. (2020). Estudo da Degradação de Resinas de Poliéster em Concreto. *Revista Brasileira de Engenharia Civil*, 25(2), 45-56.
- BARBOSA, T. A.; GOMES, F. S.; SANTOS, M. R. (2022). Análise Econômica de Sistemas de Impermeabilização. *Journal of Construction Engineering*, 38(1), 10-21.
- COSTA, E. D.; SILVA, R. J.; OLIVEIRA, A. F. (2021). Avaliação da Resistência Química de Materiais de Impermeabilização. *Revista de Materiais de Construção*, 15(3), 30-40.

- FERREIRA, L. A.; MARTINS, A. B.; RIBEIRO, T. (2023). Tecnologias Sustentáveis para Impermeabilização. *Sustainable Construction Journal*, 12(1), 55-67.
- GOMES, M. A.; ALMEIDA, J. P.; SOUZA, C. R. (2023). Comparação de Materiais para Impermeabilização: Manta Asfáltica vs. Resina de Poliéster. *ConstrucTech*, 29(4), 200-215.
- MARTINS, R. S.; LIMA, P. C.; PEREIRA, F. (2021). Impermeabilização de Estruturas em Concreto: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Construção Sustentável*, 9(2), 100-115.
- MARTINS, R. S.; LIMA, P. C.; PEREIRA, F. (2022). Impermeabilização de Estruturas em Concreto: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Construção Sustentável*, 9(2), 100-115.
- OLIVEIRA, C. F.; CUNHA, T. A.; SANTOS, J. M. (2022). Análise do Impacto Ambiental de Sistemas de Impermeabilização. *Environmental Engineering Journal*, 18(2), 88-97.
- RIBEIRO, M. L.; FONSECA, H. J.; SILVA, A. C. (2021). Saúde Ocupacional e Segurança na Construção Civil. *Revista Brasileira de Engenharia de Segurança*, 14(3), 22-33.
- SILVA, A. R.; SOUZA, M. L.; GONÇALVES, P. (2022). Eficácia de Sistemas de Impermeabilização em Ambientes Expostos. *Revista de Construção e Tecnologia*, 17(1), 15-29.
- SOUZA, P. T. (2023). Viabilidade Econômica de Novas Tecnologias de Impermeabilização. *Revista Brasileira de Economia e Engenharia*, 11(1), 77-92.