XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

APLICAÇÃO DE ARGAMASSA PROJETADA EM RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO DEGRADADAS POR H_2S

Application of specific mortar in the recovery of concrete structures degraded by H_2S

FRANCIELE DE RODRIGUES DE OLIVEIRA[1], TAINARA RODRIGUEZ DA SILVA [2], MARIANA SOUZA E SILVA [3], LÍDIA BRUNA TELES GONZAGA [4], RODRIGO CESAR PIEROZAN [5], VALÉRIA COSTA DE OLIVEIRA [6]

[1] Estudante, Unisinos, fran.civil@gmail.com
[2] Estudante, Instituto Federal de Rondônia, tainararodriguez02@gmail.com
[3] Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, marianases.arq@hotmail.com
[4] Professora, Instituto Federal de Rondônia, lidia.bruna@ifro.edu.br
[5] Professor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, rodrigopierozan@utfpr.edu.br
[6] Professora, Instituto Federal de Rondônia, valeria.oliveira@ifro.edu.br

RESUMO

O concreto é suscetível à degradação causada pela acidificação, comprometendo sua durabilidade. Este estudo apresenta a recuperação de estruturas de concreto expostas ao H_2S por meio da aplicação de argamassa projetada com fibras. A metodologia baseia-se no tratamento das superfícies de concreto degradadas de um reservatório destinado ao tratamento de efluentes da indústria de celulose. O processo incluiu a caracterização das superfícies degradadas, as especificações dos materiais e técnicas de reparos empregadas. Conclui-se que a argamassa projetada reforçada com fibras é uma solução viável e eficiente para mitigar os efeitos da degradação por H_2S, garantindo maior desempenho estrutural.

Palavras-chave: Degradação. Durabilidade. Argamassas projetadas. Recuperação de estruturas. Fibras.

ABSTRACT

Concrete is susceptible to degradation caused by acidification, compromising its durability. This study presents the recovery of concrete structures exposed to H_2S through the application of fiber-reinforced sprayed mortar. The methodology is based on the treatment of degraded concrete surfaces of a reservoir intended for the treatment of effluents from the pulp industry. The process included the characterization of the degraded surfaces, the specifications of the materials and the repair techniques employed. It is concluded that fiber-reinforced sprayed mortar is a viable and efficient solution to mitigate the effects of H_2S degradation, ensuring greater structural performance.

Key-words: Degradation. Durability. Sprayed mortars. Recovery of structures. Fibers.

Como citar:
OLIVEIRA, F. R.; SILVA, T. R.; SILVA, M. S.; GONZAGA, L. B. T.; PIEROZAN, R. C.; OLIVEIRA, V. C. Aplicação de argamassa projetada em recuperação de estruturas de concreto degradadas por H2S. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

INTRODUÇÃO

O desempenho a longo prazo do concreto depende não apenas das características mecânicas dos materiais usados, mas também das condições ambientais a que está exposto, especialmente em meios ácidos, que representam um alto potencial de degradação para as estruturas de concreto [1].

Nos últimos anos, tem-se observado um interesse crescente no desenvolvimento e na otimização de materiais para reparo de concreto, tornando essa área um ponto relevante de pesquisa emergente [2]. Estudos ressaltam que a incorporação de polímeros ao cimento foi identificada como um meio de produzir materiais com excelentes propriedades gerais, com melhoria significativa nas propriedades mecânicas e químicas, tornando-os adequados para uso como materiais de reparo. Isso se deve à formação da estrutura da membrana polimérica, mas também à resistência das ligações químicas na interface reforçada com polímero [3].

Além disto, é importante ressaltar que as matrizes cimentícias são suscetíveis à degradação causadas pela exposição aos ácidos sulfúricos (H_2S) presentes em efluentes de processos industriais. Dessa forma, os reservatórios de concreto destinados ao tratamento desses efluentes necessitam ser projetados de maneira adequada e submetidos a manutenções preventivas e corretivas para garantir sua durabilidade estrutural. Para isso, as argamassas de reparo devem possuir a compatibilidade dimensional e apresentar aderência adequada com o substrato [4], além de suportar a degradação gerada por ácidos.

A interação do H_2S com a matriz cimentícia leva à formação de diferentes camadas de reação dentro da estrutura, com a formação de microfissuras e mudanças na composição do material [5]. Os autores enfatizam que na matriz cimentícia atacada por H_2S, minerais secundários com propriedades de ligação mais fracas, como pirita, pirrotita e gesso, são formados [6] e assim, simultaneamente, a resistência à compressão dos concretos diminui devido às modificações em sua estrutura e composição química.

Neste contexto, as argamassas cimentícias poliméricas projetadas com fibras têm se mostrado eficazes na recuperação de estruturas de reservatórios de efluentes das indústrias geradoras de H_2S. Wang & Zhang [7] ao avaliar as propriedades de ligação da argamassa, verificaram que o polímero pode efetivamente melhorar a durabilidade do sistema de reparo em ambiente de ácido clorídrico e ácido sulfúrico. Já Ralegaonkar *et al.* [8] concordam que o uso de fibras na argamassa também pode aumentar significativamente a resistência da ligação entre o substrato antigo e os materiais de reparo, fator essencial para um reparo bem-sucedido. Além disso, a incorporação de fibras na argamassa melhora substancialmente a tenacidade à fratura e o comportamento à flexão pós-fissura da mistura. Da mesma forma, as fibras atuam como pontes entre as fissuras, reduzindo sua largura e quantidade, o que contribui para melhorar as propriedades mecânicas e durabilidade das matrizes cimentícias.

A argamassa projetada destaca-se como um método eficiente, otimizando a aplicação ao reduzir o tempo de execução, mão de obra e recursos[9]. Esse processo permite maior controle sobre a espessura da aplicação, melhor aderência ao substrato e menor desperdício de material, o que o torna uma alternativa vantajosa para reabilitação estrutural em condições adversas. Neste contexto, este artigo apresenta a recuperação de estruturas de concreto

afetadas por H_2S por meio de argamassa projetada com fibras. O processo incluiu a especificação e aplicação de argamassas projetadas com fibras e posterior revestimento FiberGlass, cobrindo integralmente a superfície reparada no piso e as paredes até altura de 1 metro, garantindo a proteção e durabilidade da estrutura no contexto de tratamento de efluentes de processos da indústria de celulose.

MATERIAIS E MÉTODOS

A recuperação estrutural de reservatórios de concreto armado expostos a ambientes agressivos requer um planejamento detalhado e a aplicação de técnicas adequadas para garantir a reabilitação e a durabilidade da estrutura. Neste estudo, a metodologia adotada seguiu um conjunto de etapas sistemáticas, desde a preparação do ambiente até a aplicação dos materiais de recuperação.

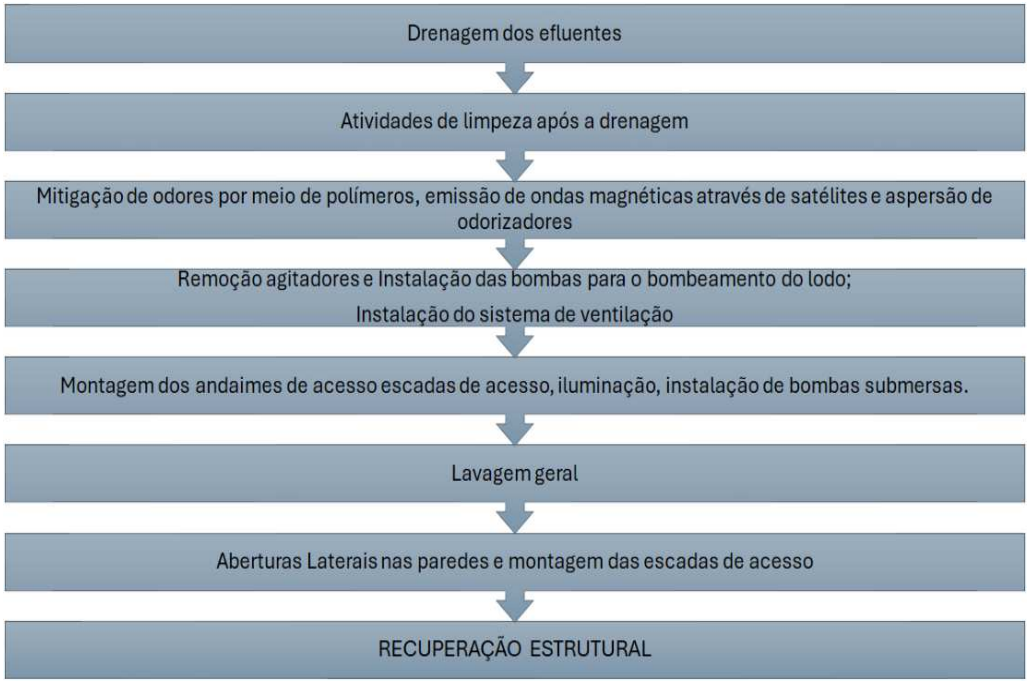
Inicialmente, foram realizados os serviços para o esvaziamento do reservatório de tratamento de efluentes de uma indústria de celulose. O objeto estudado é um reservatório de concreto armado dotado de chicanas internas, projetada para receber os efluentes industriais gerados no processo de fabricação de celulose e promover a decomposição da matéria orgânica de forma aeróbia.

A inspeção inicial identificou fissuras no piso e lascamento em diversos pontos nas paredes, caracterizando degradação estrutural e redução da durabilidade do reservatório. Desta forma, tornou-se necessária a recuperação estrutural com o objetivo de recomposição da vida útil da estrutura. Ressalta-se que a recuperação das estruturas de concreto degradadas é um trabalho de engenharia complexo [10], pois deve ser considerado como um sistema composto, que envolve a interação entre o substrato existente e o material de reparo.

Para a preparação do reservatório antes da recuperação estrutural, foram realizadas as atividades de instalação de sistema de Geobags para retenção de sólidos (lodo). Esse sistema apresenta alta capacidade de filtração, elevada resistência mecânica, elevada resistência a ataques químicos e biológicos, além de ser resistente ao rasgo e à radiação UVA e UVB.

As etapas do processo contemplaram os serviços de terraplenagem, instalação de geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD), assentamento de brita para drenagem da água, instalação dos Geobags e instalação dos tanques de dosagem de polímeros. Foram instalados dois tanques de 15.000 litros para dosagem do polímero com função de homogeneizar e flocular o lodo. A drenagem foi realizada por meio de bombas submersíveis, mangotes e com a utilização de Geobags filtrantes, permitindo a remoção de aproximadamente 6.800 m³ de lodo. Após a drenagem foram executados a lavagem interna do reservatório para eliminar resíduos e liberar a superfície para as atividades de recuperação estrutural do concreto do tanque. A sequência das atividades preliminares à recuperação estrutural consta na Figura 1.

Figura 1 - Sequência das atividades anteriores à recuperação estrutural.



Fonte: Os autores (2025).

Para o bombeamento do lodo, foi dimensionado um sistema capaz de drenar de 6.800 m³ em um período de 48 a 72 horas, utilizando até 5 bombas. O lodo foi bombeado diretamente para os ecobags, e ao passar pela tubulação e pelas caixas de polímero o efluente recebeu injeção de polímero para mitigação de odores e para floculação e decantação. Após o processo de decantação nos ecobags, o líquido drenado escoou por gravidade até a caixa de coleta, de onde foi bombeado para a lagoa de tratamento da indústria. Após o bombeamento do lodo, foram lavadas as paredes internas e pisos a fim de remover resíduos para liberação das atividades de recuperação estrutural com fibra.

Adicionalmente, foram instalados geradores, quadros e equipamentos de iluminação externa, instalação dos refletores para iluminação interna nos andaimes externos, além de executadas 4 aberturas com fio de corte e montagem de escadas de acesso. Esse procedimento eliminou a necessidade de acesso superior durante a execução das atividades de recuperação estrutural. As montagens de andaimes nas entradas laterais possibilitaram o acesso à área de corte das aberturas de acesso às células internas do reservatório.

A recuperação estrutural inclui a aplicação de materiais específicos para o preenchimento de fissuras e reforço estrutural. A Tabela 1 descreve as características técnicas da espuma de poliuretano mono componente empregado no preenchimento das fissuras.

A Tabela 2 demonstra as características técnicas do Gel de Poliuretano dúctil-elástico para selamento de trincas por injeção.

A Tabela 3 mostra as características da argamassa cimentícia polimérica com fibras que foi projetada com a finalidade de recuperação estrutural.

Tabela 1 – Características técnicas da espuma de poliuretano mono componente.

Característica	Valor
Densidade	1,13 kg/L
Viscosidade	400 mPa.s
Taxa de expansão com 10% de água (desconsiderando a pressão de água)	65±5 vezes

Fonte: Fabricante (2024).

Tabela 2 – Características técnicas da espuma de poliuretano mono componente

Característica	Valor
Densidade	1,048 kg/L
Viscosidade	100 mPa.s
Resistência à Tração	0.72 N/mm²
Alongamento máximo	48%

Fonte: Fabricante (2024).

Tabela 3– Características técnicas da argamassa cimentícia polimérica com fibras

Característica	Valor
Densidade	2,15 kg/L
Variação dimensional	0.7 mm/m
Ar incorporado	6,0%
Resistência à compressão	≥ 35 MPa 01 dia; ≥ 40 MPa 03 dias; ≥ 45 MPa 07 dias; ≥ 60 MPa 28 dias
Resistência à tração na flexão	≥ 5,0 MPa 01 dia; ≥ 7,0 MPa 03 dias; ≥ 8,0 MPa 07 dias; ≥ 9,0 MPa 28 dias
Aderência (28 dias)	≥ 2, MPa
Módulo de Deformação (ES0,4)	31 GPa

Fonte: Fabricante (2024).

A Tabela 4 demonstra as propriedades do sistema multicamada reforçado com mantas de fibra de vidro e base resina epóxi, que foi aplicado em paredes e pilares até a altura de 1 m.

Tabela 4– Características técnicas do sistema multicamada reforçado com mantas de fibra de vidro e base resina epóxi.

Característica	Valor
Densidade	1,35 a 1,45 g/cm³
Resistência à compressão	≥ 50 MPa 28 dias
Dureza	75-85 Shore D

Fonte: Fabricante (2024).

O sistema de revestimento de multicamada aplicado ao reservatório foi composto por diversas etapas, incluindo primer, chapisco de grãos de quartzo, camadas base, laminação com tecidos de vidro 356 gr/m², camada base com tecido de vidro 356 gr/m², laminação com manta de fibra de vidro 300 gr/m², laminação de acabamento com véu de fibra vidro e a pintura de Acabamento com a espessura média é de 100 a 150 micras por demão.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O preparo adequado da superfície do substrato para receber o reparo é fundamental [11][12]. No caso deste trabalho, a recuperação estrutural iniciou com a aplicação de Hidrojatos para a demolição capaz de retirar 2 cm da camada de concreto existente para remoção de contaminantes e abertura do perfil de rugosidade para aderência dos revestimentos. Conforme Bertolini [12], utilizar o hidrojateamento permite a remoção em grandes áreas além de afetar em menor medida ao concreto em relação às microfissurações.

Recuperação Estrutural da Laje de Fundo e Paredes do Reservatório

A laje de fundo do reservatório apresenta uma área de 1.847.26m². As paredes e os pilares até a altura de 1 m receberam o mesmo tratamento do piso. Primeiro foi executado o selamento das fissuras internas no piso do reservatório (Figura 2).

Figura 2 - Fissura presente na laje de fundo do reservatório.



Fonte: Os autores (2025).

Inicialmente, aplicou-se a espuma de poliuretano mono componente, hidroativada, de baixa viscosidade para injeção em fissuras e trincas com fluxo de água, para selamento provisório

antes da injeção do gel de poliuretano. Esse gel elastomérico de poliuretano, também de baixa viscosidade, foi utilizado para injeção de fissuras com ou sem a presença de água para selamento e reparo não estrutural com ou sem movimentação.

A injeção foi realizada por meio de bomba, tentando garantir a adequada penetração dos materiais nas fissuras. Desta forma, foi pré-injetada a espuma de poliuretano de modo que o elastômero não fosse prejudicado pelo fluxo de água antes da cura. A Figura 3 demonstra o processo de selamento das fissuras da laje de fundo do reservatório.

Figura 3 - Fissuras tratadas com elastômero em gel de poliuretano.



Fonte: Os autores (2025).

Os pontos de infiltrações identificados (Figura 4) também receberam o tratamento por meio de injeção do elastômero em gel de poliuretano. Esse procedimento assegurou o preenchimento completo das fissuras, promovendo um selamento eficaz e impedindo a contínua migração de água para o interior da estrutura.

Figura 4 - Pontos com infiltrações.



Fonte: Os autores (2025).

Soluções agressivas podem decompor completamente os componentes da pasta de cimento, tanto hidratada quanto não hidratada, devido à diferença de gradiente de concentração entre a solução intersticial e o ambiente agressivo. Esse processo resulta na diminuição do pH do concreto, na dissolução total do hidróxido de cálcio - Ca(OH)2, e na descalcificação dos géis C-S-H, resultando assim em maior porosidade do concreto [1]. É amplamente reconhecido que a modificação da estrutura porosa do concreto, devido à dissolução química, desempenha um papel essencial na cinética de degradação do concreto [13][14].

Neste sentido, foram identificados trechos que apresentavam corrosão das armaduras (Figura 5) e optou-se por projetar a argamassa tixotrópica, polimérica cimentícia, monocomponente, composta por fibras sintéticas e aditivos especiais que garantem o desempenho necessário ao reparo estrutural.

Figura 5 - Armaduras expostas com pontos de corrosão.



Fonte: Os autores (2025).

O reparo de estruturas de concreto requer da integração do substrato com o material de reparo formando um sistema que possa suportar cargas e diversas condições ambientais [14][3], proporcionando adequada aderência, compatibilidade com o substrato, além de durabilidade e resistências mecânicas [14].

Os materiais de reparo são compostos de cimento, materiais cimentícios suplementares, aditivos, fibras [15][14]. Neste sentido, Wang et al. [16] citam que a incorporação de pequenas partículas de polímero preenche efetivamente vazios e microfissuras na argamassa, reduzindo assim a absorção de água da argamassa de cimento polimérico e aumentando sua impermeabilidade. Além disso, materiais de reparo cimentícios modificados por polímeros exibem retenção de água superior [17], adesão, resistência ao congelamento-degelo, resistência à corrosão, permeabilidade ao ar e resistência à retração em comparação com materiais de reparo comuns [2].

Zheng et al. [18] citam que a adição de polímeros nas argamassas cimentícias melhora sua aderência. Os autores evidenciaram quando a proporção era de 12,5% de polímero sobre a massa de cimento, que a resistência de ligação atingiu o valor de 2,65 MPa. Outra pesquisa, mostrou que em um ambiente seco, a resistência de aderência entre a argamassa cimentícia polimérica e o substrato de concreto antigo aumentou com a adição de polímeros, atingindo uma resistência de aderência máxima de 3,16 MPa, que representou 255% da aderência da argamassa cimentícia sem o polímero (1,24 MPa) [19]. Os autores relatam que esse aumento é atribuído à capacidade do polímero de penetrar na camada superficial do substrato de concreto antigo, formando uma rede de polímeros com resistência e tenacidade por meio de reações químicas. Além disso, os abundantes grupos funcionais polares na superfície do polímero aderem à interface do substrato de concreto antigo por meio de ligações iônicas ou

de hidrogênio. Esses efeitos de ligação e adsorção desempenham um papel crucial no aumento da resistência de aderência da interface.

Outro ponto relevante para a seleção de argamassas cimentícias modificadas por polímeros é que os materiais de reparo tradicionais à base de cimento geralmente sofrem de fragilidade e baixa durabilidade, não atendendo à crescente demanda por soluções de reparo duráveis [19]. Desta forma, Zheng et al [19]submeteram as argamassas cimentícias a ação do ácido sulfúrico e observaram um impacto positivo na mitigação da perda de massa destas argamassas sob corrosão ácida. Cao et al [20] também evidenciaram que as argamassas expostas à solução de ácido sulfúrico por 60 ou 180 dias melhoraram a resistência da ao ataque de ácido sulfúrico, pois o polímero homogeneiza e refina a estrutura dos poros, e assim reduz o número de poros conectados e abertos e preenche os canais de invasão de H^+ e SO_4.

A escolha do tipo de fibra a ser empregado nas argamassas de recuperação estrutural é relevante, uma vez que a degradação do material poderá ocorrer. Youssari, Taleb e Benosman [1] citam que em ambientes ácidos, concretos reforçados com fibras começam a perder sua eficiência após algumas semanas como resultado da corrosão das fibras metálicas, por exemplo, gerando assim quedas de resistência à compressão entre 10% e 19% e quedas de resistência à flexão de 14% a 48%, dependendo da natureza do ácido usado.

Contudo, [1] ponderam que o concreto reforçado com fibras é mais resistente ao nitrato de amônio (NH4NO3), pois o fenômeno de difusão de íons de cálcio é mais lento. Quando expostos ao HCl, a zona de transição (IZT) de concretos reforçados com fibras, aumenta em 10 vezes em comparação com a ITZ de concretos preservados em um ambiente saudável e entre 6 a 7 vezes para concretos reforçados com fibras imersos em outras soluções agressivas.

A vida útil das fibras sintéticas expostas a variedades de ambientes agressivos, geralmente, ultrapassa 30 anos, tornando esse tipo de material bastante atrativo para a construção civil [21]. O autor ao analisar os comportamentos mecânicos em concretos verificou que as fibras sintéticas melhoraram significativamente o desempenho mecânico em comparação com os resultados apresentados para concreto convencional. Quanto a argamassa cimentícia polimérica, esta incorpora na sua formulação os inibidores de corrosão, ponte de aderência integrada e fibras (Figura 6), sendo projetada por meio de bombas. A especificação do material possibilitou um aumento na produtividade e na entrega da recuperação estrutural do reservatório.

Para otimizar o processo de argamassa de recuperação estrutural e obter alto desempenho, foi empregado o método de projeção mecanizada. Esse método de projeção das argamassas é uma técnica rápida de execução utilizadas em obras de engenharia [22] [23], tais como túneis, reparação de estruturas de concreto, suporte de rochas e estabilização de taludes. Além disso, a projeção cobrir um substrato praticamente o dobro do que seria alcançado pela aplicação manual convencional [24][25].

O método de projeção mecanizada reduz a interferência humana durante a execução. Assim, pode ser otimizado aumentando a produtividade e, acima de tudo, melhorando a qualidade e dando uniformidade ao revestimento. Após a aplicação e cura da argamassa, foi instalado um revestimento na forma de manta de proteção composta por revestimento à base de resina

epóxi éster vinílica, reforçado com cargas de fibras de vidro (Figura 7), moldando-se facilmente às superfícies.

Figura 6 - Paredes com aplicação da argamassa projetada.



Fonte: Os autores (2025).

Figura 7 – Revestimento na forma de manto de proteção.



Fonte: Os autores (2025).

CONCLUSÕES

Os reservatórios utilizados no tratamento de efluentes industriais necessitam de manutenções periódicas e corretivas de forma a garantir seu pleno funcionamento, prevenir a contaminação ambiental e preservar a integridade estrutural. A ausência de um planejamento prévio das ações preventivas e corretivas resulta na degradação dos elementos de concreto armado por agentes químicos como H_2S e consequente perda da vida útil dos tanques que armazenam os efluentes industriais.

Este trabalho contribui no entendimento dos processos de reabilitação de estruturas degradadas H_2S, bem como no planejamento das ações de esvaziamento do efluente presente em um reservatório de concreto armado de uma indústria de celulose. A pesquisa engloba desde a drenagem do efluente, até as atividades anteriores necessárias à aplicação das argamassas cimentícias poliméricas projetadas e reforçadas com fibras para tratar as armaduras com presença de corrosão e preencher os vazios dos concretos degradados. Por fim, são apresentadas as etapas do tratamento com revestimento em multicamadas reforçado com mantas de fibra de vidro e base resina epóxi.

Dessa forma, a adoção de técnicas avançadas de recuperação estrutural, aliada ao uso de materiais de alta durabilidade, mostrou-se fundamental para mitigar os efeitos da degradação por H_2S. A aplicação de argamassas projetadas reforçadas com fibras e revestimentos multicamadas garante maior proteção e prolonga a vida útil dos reservatórios.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e ao Instituto Federal de Rondônia pelo suporte institucional para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] YOUSSARI, F. Z.; TALEB, O.; BENOSMAN, A. S. Towards understanding the behavior of fiber-reinforced concrete in aggressive environments: Acid attacks and leaching. **Construction and Building Materials**, v. 368, p. 130444, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130444

[2] YUAN, P. *et al.* Application of polymer cement repair mortar in underground engineering: A review. **Case Studies in Construction Materials**, p. e02555, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02555

[3] MANSUR, A. A. P., NASCIMENTO, O.L., MANSUR, H.S. Physico-chemical characterization of EVA-modified mortar and porcelain tiles interfaces, **Cem. Concre. Res.** 39 (2009) 1199–1208. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2009.07.020

[4] GILARDONI, T. D. U. **Argamassas de Projeção para Reparo Superficial de Estruturas Hidráulicas de Concreto: Avaliação de Propriedades Físico-mecânicas**. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Foz do Iguaçu. Paraná. 2023.

[5] YIN, Y. *et al.* Experimental investigation on H2S-induced oilwell cement degradation under high-temperature conditions for geothermal applications. **Geothermics**, v. 121, p. 103023, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2024.103023

[6] AYOUB, J. *et al*. Spectroscopic mapping of biodeterioration products on cementitious materials in sewer networks exposed to low H2S levels. **Construction and Building Materials**, v. 460, p. 139827, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.139827

[7] WANG, R., & ZHANG, L. (2015). Mechanism and Durability of Repair Systems in Polymer-Modified Cement Mortars. **Advances in Materials Science and Engineering**, *2015*(1), 594672. https://doi.org/10.1155/2015/594672

[8] RALEGAONKAR, R. *et al.* Application of chopped basalt fibers in reinforced mortar: A review. **Construction and Building Materials**, v. 164, p. 589-602, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.245

[9] SANTOS, F. V. *et al*. **Estudo de viabilidade de utilização de argamassa projetada em edificações**. 2024. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Minas Gerais.

[10] VAYSBURD, A. M. Holistic system approach to design and implementation of concrete repair. **Cement and Concrete Composites**, v. 28, n. 8, p. 671–678, 2006.DOI: https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2006.05.008

[11] PINHO, J. R. S. *et al*. Avaliação de sistemas de reparo de superfícies de concreto úmidas de UHEs submetidas à erosão por abrasão hidráulica. In: **XXVII Seminário Nacional de Grandes Barragens**, Belém, 2007.

[12] BERTOLINI, L. Materiais de construção: Patologia, reabilitação, prevenção. Tradução: Leda Maria Marques Dias Beck. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2010.
[13] LUKOVIC, M.; YE, G. Effect of moisture exchange on interface formation in the repair system studied by X-ray absorption. **Materials**, v. 9, 2016. DOI: https://doi.org/10.3390/ma9010002
[14] BISSONNETTE, B. et al. Recommendations for the repair, the lining or the strengthening of concrete slabs or pavements with bonded cement-based material overlays. **Materials and Structures**, v. 46, n. 3, p. 481–494, 2013. DOI: https://doi.org/10.1617/s11527-012-9929-8
[15] ACI COMMITTEE 546. Guide to concrete repair (**ACI 546R-14**). USA, 2014.
[16] WANG, R. et al. Study on waterproof mechanism of polymer-modified cement mortar. Magazine of Concrete Research, v. 67, n. 18, p. 972-979, 2015. DOI: https://doi.org/10.1680/macr.14.00294
[17] RAMLI, M.; TABASSI, A. A. Effects of polymer modification on the permeability of cement mortars under different curing conditions: a correlational study that includes pore distributions, water absorption and compressive strength. **Construction and Building Materials**, v. 28, n. 1, p. 561-570, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.09.004
[18] ZHENG, Z. et al. High density and high strength cement-based mortar by modification with epoxy resin emulsion. **Construction and Building Materials**, v. 197, p. 319-330, 2019. http:dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.167
[19] ZHENG, H. et al. Research on the durability of composite epoxy resin modified repair mortars based on water-oil gradient phase change: From macroscopic to nanoscopic scales. **Construction and Building Materials**, v. 457, p. 139325, 2024. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.139325
[20] CAO, R. et al. Effect of sulfuric acid on cementitious composites containing ethylene-vinyl acetate and styrene-butadiene rubber. **Journal of Building Engineering**, v. 80, p. 108024, 2023.https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108024
[21] LEITE, A. M. **Avaliação do uso da macrofibra polimérica na composição de concreto para fins estruturais**. 2018. 257f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Universidade de São Paulo, 2018.
[22] CHEN, L. *et al*. Effect of pumping and spraying processes on the rheological properties and air content of wet-mix shotcrete with various admixtures. **Construction and Building Materials**, v. 225, p. 311–323, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.104
[23] HUANG, D.; PONS, O.; ALBAREDA, A. Bond strength tests under pure shear and tension between masonry and sprayed mortar. **Materials**, v. 13, n. 9, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/ma13092183
[24] PAES, A. L., ALEXANDRE, J., XAVIER, G.C., MONTEIRO, S. N., & DE AZEVEDO, A. R. G. Feasibility Analysis of Mortar Development with Ornamental Rock Waste for Coating Application by Mechanized Projection. **Sustainability**, 14(9), 5101, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/su14095101
[25] HASNAOUI, H. *et al*. Enhancing the performances of self-consolidating composite mortars with Alfa fibers and slag: A combined Taguchi-ANN optimization. **Case Studies**

in Construction Materials, v. 21, p. e03641, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e03641