cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Avaliação da Viabilidade Técnica e Desempenho Mecânico de Bioargamassa Autocicatrizante com *Bacillus cereus* e *Bacillus thuringiensis* Encapsulados

Izabella Nicacio da Silva[1]; Angela Maria Picolloto[1]; Otávio Akira Sakai[2]; Cristiane Mengue Feniman Moritz[1]; Aline Naiara Zito[1]; Vanessa Daneluz Gonçalves[1]
1.Universidade Estadual de Maringá; 2. Instituto Federal do Paraná

Introdução

O concreto convencional gera impactos ambientais — como emissões globais de CO_2— e apresenta vulnerabilidade intrínseca à fissuração, cujas aberturas comprometem a estanqueidade e aceleram a degradação estrutural. Como alternativa sustentável, o bioconcreto aplica a precipitação de carbonato de cálcio induzida microbiologicamente (MICP), na qual bactérias do gênero Bacillus, ativadas pela entrada de água e oxigênio, colmatam autonomamente as fissuras (Jonkers et al., 2010).

Objetivos

O objetivo geral do trabalho consistiu em avaliar a viabilidade técnica da incorporação de microcápsulas bacterianas de alginato de sódio na matriz de argamassa cimentícia, analisando o impacto na integridade mecânica, nos fenômenos de transporte de água e na indução da autocicatrização de fissuras.

Metodologia

Cultivo Biológico: Multiplicação de *B. thuringiensis* (1×10^8 UFC/mL) e *B. cereus* (8×10^9 UFC/mL) em meio nutritivo (37 °C por 24 h).
Microencapsulação (Wang et al., 2014): Solução de alginato de sódio ($7{,}80$ g/100 mL) gotejada em três soluções reticulantes (500 mL): Teste 1 ($100{:}0$), Teste 2 ($50{:}50$) e Teste 3 ($75{:}25$ de $CaCl_2$: lactato de cálcio), seguida de secagem em estufa (37 °C/48 h).
Moldagem (ABNT NBR 7215:2019): 72 corpos de prova cilíndricos (10×5 cm, traço 1:3) divididos em REF (controle), BC e BT (com 5% de microcápsulas $= 60{,}09$ g), submetidos à cura hídrica por 28 dias.
Ensaios: Compressão axial (NBR 5739:2018 – cargas de 100%, 80% e 70%); compressão diametral com fissura padronizada ($0{,}5$ mm) e microscopia óptica (0 e 28 dias); permeabilidade por absorção de água por 7 semanas (NBR 9778:2005); e espectroscopia FTIR.

Resultados e Discussão

Otimização das Cápsulas foi alcançada com 75% $CaCl_2$ e 25% lactato de cálcio (Teste 3. Fig.1). Na Compressão Axial (28 dias): A adição de *B. cereus* preservou a integridade da matriz, superando o Controle na ruptura total ($32{,}47$ MPa vs. $31{,}75$ MPa), enquanto *B. thuringiensis* apresentou leve redução ($30{,}30$ MPa). Na absorção de Água (7 semanas), os grupos biológicos exibiram maior retenção hídrica (picos na 4ª semana de $2{,}24\%$ para BC e $2{,}03\%$ para BT a 80% de carga), devido ao hidrogel de alginato — fator benéfico que atua como reservatório interno para reativação dos esporos. Contudo, não aos 28 dias não houve fechamento macroscópico visível das fissuras ($0{,}2$–$0{,}5$ mm). Apesar do FTIR indicar biomineralização microestrutural, identificando bandas características da calcita ($CaCO_3$) em ~ 1408–1418 cm^{-1} (estiramento C–O) e ~ 872–873 cm^{-1} (deformação fora do plano).

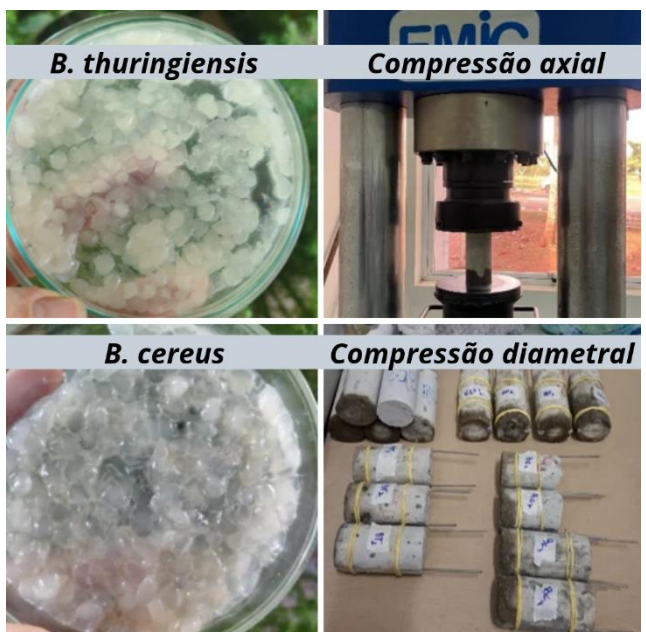


Figura 1. Cápsulas e ensaios

Conclusões

O encapsulamento (75% $CaCl_2{:}\,25\%$ lactato) demonstrou compatibilidade com a matriz cimentícia e viabilidade relativa. A incorporação de *B. cereus* preservou a resistência mecânica da argamassa ($32{,}47$ MPa). Os bioagentes elevaram a retenção hídrica, favorecendo o microambiente metabólico, e a espectroscopia FTIR comprovou a precipitação microestrutural de $CaCO_3$. Recomenda-se estender os ensaios para avaliar existência de selamento.

Referências e Agradecimentos

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
JONKERS, H. M. et al. Application of bacteria as self-healing agent for the development of sustainable concrete. Ecological Engineering, v. 36, n. 2, p. 230–235, 2010.
WANG, J. et al. Use of silica gel or polyurethane immobilized bacteria for self-healing concrete. Construction and Building Materials, v. 50, p. 272–282, 2014.