

DESENVOLVIMENTO DE CONCRETOS AUTO CURÁVEIS UTILIZANDO A BACTÉRIA *BACILLUS MEGATERIUM*

Andressa da Silva Costa¹; Flávio Aparecido Rodrigues²

1. Estudante do curso de Engenharia Civil; e-mail: andressa_fauc@outlook.com
2. Professor orientador; e-mail: flaviorodrigues@yahoo.com

Área do conhecimento: **Ciências, Tecnologia e Engenharia**

Palavras-chave: Concreto; Cura; Fissura; Bactéria; Cicatrizante.

INTRODUÇÃO

Este projeto trata da preparação de concreto auto curáveis que selam as próprias fissuras. O concreto é um material que ao hidratar-se libera hidróxido de cálcio, resultando em um meio altamente alcalino. Esta bactéria consome este hidróxido solúvel e através de seu metabolismo gera carbonato de cálcio (CaCO_3). O carbonato de cálcio preenche os poros do concreto podendo aumentar sua resistência mecânica, e ao longo de três semanas, selar as suas fissuras. As bactérias ficam dormentes, na forma de esporos bacterianos, até que a água penetre através de pequenas rachaduras. A água faz as bactérias germinarem e produzir o carbonato de cálcio através da biomineralização. Selar as fissuras conforme elas ocorrem, impede a formação de rachaduras maiores, além de preservar a integridade estrutural do material. O bioconcreto é misturado como o concreto convencional, mas com um ingrediente adicional chamado pelos pesquisadores de “agente de cura”. Esse agente fica intacto durante a mistura, sendo ativado apenas se o concreto racha e sofre infiltrações. Lembrando que as bactérias também podem acordar apenas com a umidade do ar. Jonkers, um pesquisador de Delft na Holanda, escolheu bacilos para o trabalho, pois eles conseguem se reproduzir em condições alcalinas, produzindo esporos que sobrevivem por décadas sem comida ou oxigênio. Isto faz o concreto ter uma vida útil maior, diminuindo a necessidade de substituição e futuros reparos, fazendo com que o bioconcreto possa economizar bilhões de dólares na manutenção de estruturas. Henk Jonkers afirma que o material já foi empregado na construção de canais de irrigação no Equador, país altamente sísmico. Assim como também já é utilizado nos Estados Unidos para a perfuração de poços de petróleo. Os cimentos auto regenerativos são extremamente importantes em operações de poços de petróleo e gás, nos Estados Unidos, porque a bainha de cimento ou danos no revestimento são inevitáveis e podem ocorrer durante a perfuração. A vantagem dos aditivos orgânicos como agentes biológicos, é que eles são biodegradáveis e não oferecem riscos de poluição ao meio ambiente, além de que o carbonato de cálcio precipitado é muito compatível com a estrutura do concreto. Então, nada melhor do que um agente biológico disponível para lidar com o problema sempre que ele aparecer. Assim, uma nova era de prédios biológicos se inicia e graças à natureza que fornece muitas coisas úteis e de graça.

OBJETIVO GERAL

Otimizar as condições de preparo do bioconcreto de modo a aumentar sua resistência mecânica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Titulação: Quantidade de Carbonato de Cálcio produzido pela bactéria
2. Testes de Durabilidade
3. Ensaios de Sortividade
4. Ensaios de Porosidade
5. Ensaio de resistência à compressão

MÉTODOS

- **Titulação: Quantidade de Carbonato de Cálcio produzido pela bactéria**

Percebemos que logo após a inoculação da bactéria, um pó branco apareceu no meio de cultura, e sua densidade aumentou após as 48 horas de incubação. Colocamos então as amostras em uma mufla e aquecemos em 900°, para a decomposição do Hidróxido de Cálcio. Pesamos as amostras, e anotamos a variação de massa que ocorreu, antes e depois de ser aquecido, e a variação de massa perdida revelou a quantidade de Carbonato de Cálcio (produzido pela bactéria) que se decompôs.

Gráfico 1: Média de massa perdida nas amostras de argamassa.

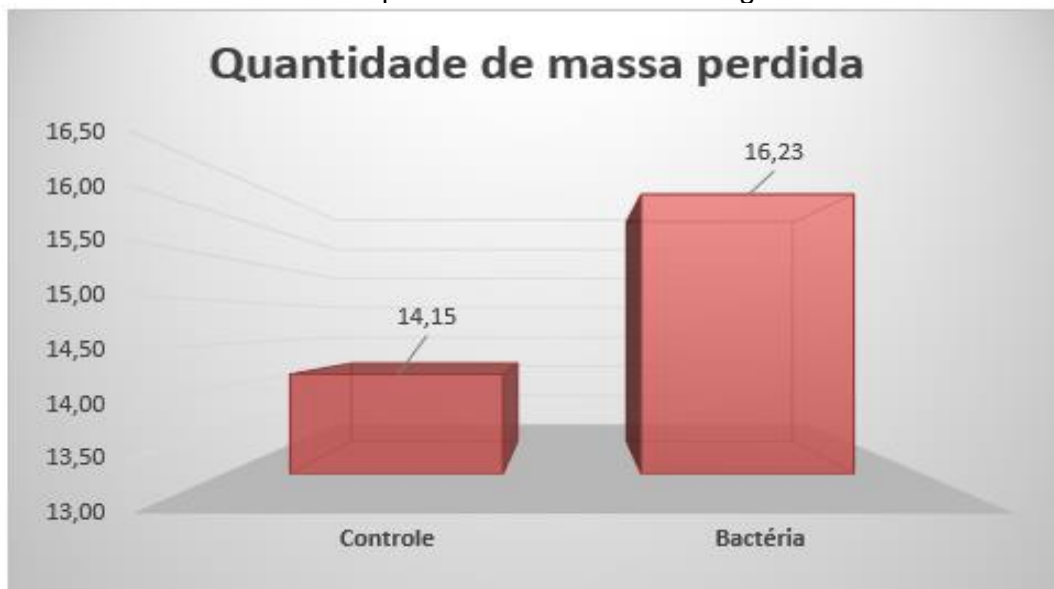


Gráfico 1 - Fonte: Acervo pessoal (2018).

- **Testes de Durabilidade**

Nessa etapa, o corpo de prova foi submetido à ataques ácidos para avaliar a sua durabilidade. Esses ataques ocasionam a perda de massa, que gera o aumento da porosidade. Ou seja, quanto mais massa os espécimes perderem, mais porosos eles ficam. As bactérias têm o intuito de se alojar nesses poros, sendo assim, esperamos uma perda de massa menor por parte desses espécimes.

• **Ensaio de Sortividade**

Esse ensaio, permitiu a penetração da água por capilaridade. Deixamos 5mm da parte inferior do corpo de prova em contato com a água, durante 3 horas, e observamos essa absorção da água subir pela amostra. Anotamos o peso a cada 10 minutos e percebemos o aumento na variação da massa. As amostras bacterianas, possuem os microrganismos que ficam imunizados dentro dos poros. Esses irão produzir o carbonato de cálcio que preenche os vazios e aumenta a resistência do concreto.

Gráfico 2: Variação da massa ao longo do tempo.

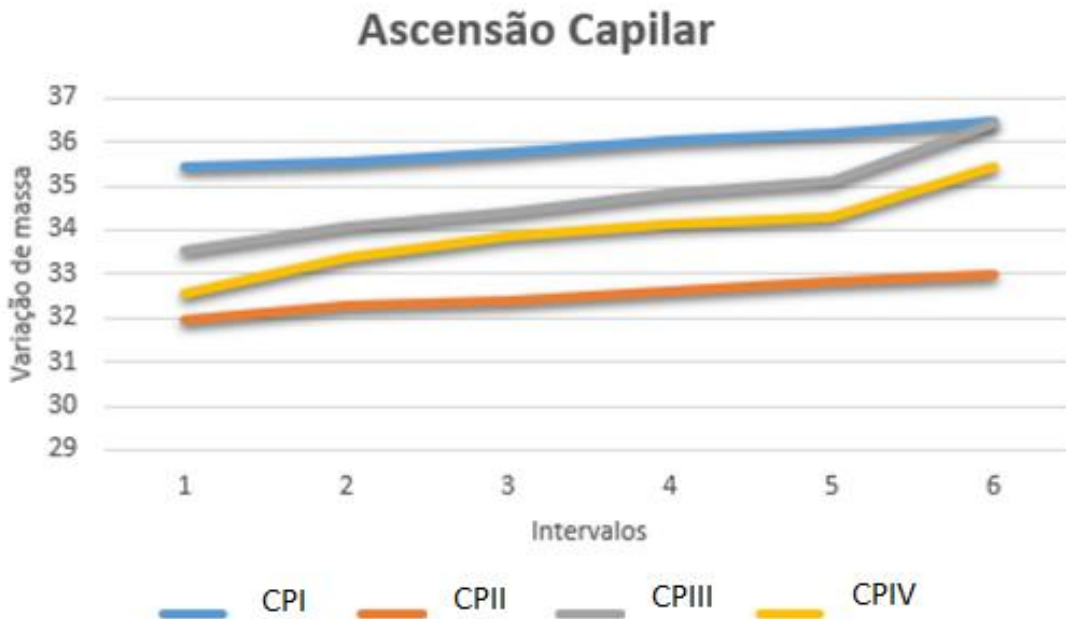


Gráfico 2 - Fonte: Acervo pessoal (2018). CP: Corpo de Prova. Pasta de cimento: CP(I) – Bactéria com areia comum; CP(II) - Bactéria com areia de série normal IPT; CP(III) – Controle com areia comum; CP(IV) - Controle com areia de série normal IPT.

• **Ensaio de Porosidade**

A porosidade total indica a quantidade de espaços não preenchidos pelo concreto em sua estrutura. Por esse ensaio, é possível saber a porcentagem de poros existentes dentro do concreto. A estimativa é que a porcentagem de poros nos espécimes com bactéria, seja menor.

• **Ensaio de resistência à compressão**

Nesse teste, a amostra é submetida a um carregamento que aumenta progressivamente até a ruptura do corpo de prova. O valor da força exercida no momento da ruptura indica a resistência máxima que o concreto suporta, e deve ser anotado.

RESULTADOS/DISCUSSÃO

Os espécimes bacterianos apresentam menor porosidade devido a quantidade de cristais de carbonato de cálcio que preenche os vazios que o material não consegue preencher, aumentando assim sua resistência. Na titulação, a argamassa produziu cerca de 3g de calcita em cada recipiente, enquanto a pasta de cimento apenas 1g. A maior resistência à compressão foi obtida na concentração microbiana de 5%. Porém, a atividade biológica das

bactérias para produzir mais CaCO_3 se deu em razão dos 10%. O valor dos 10% é um falso positivo, pois uma quantidade maior de bactérias precisa consumir mais, e o aumento do hidróxido de cálcio como alimento diminui a resistência do concreto, e a falta dele, faz com que elas retirem essa substância do próprio cimento, enfraquecendo sua estrutura. Portanto uma concentração de 5% é o valor ideal.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram que *Bacillus megaterium*, são realmente adequadas para a cura, e a inclusão delas no concreto resultará na composição de um material ainda mais resistente, quando se trata da concentração de 5%.

Elas alteraram também de forma significativa a durabilidade. Comprovamos que a abundância de cristais de carbonato de cálcio produzido para preencher a porosidade e selar as fissuras, foi um sucesso, deixando aspectos semelhantes em todos os ensaios realizados.

REFERÊNCIAS

Andalib, R., Majid, M. Z. A., Hussin, M. W., Ponraj, M., Keyvanfar, A., Mirza, J. and Lee, H. S., Optimum concentration of *Bacillus megaterium* for strengthening structural concrete, *Construction and Building Materials*, 118, 180-193 (2016)

Davies, R. and Jefferson, A., Micromechanical modelling of self-healing cementitious materials, *Int. J Solids Structures*, 11, 144, 180-191 (2017)

Hale WM, Freyne SF and Russel BW (2009) Examining the frost resistance of high performance concrete, *Construction and Building Materials* 23:878–888

Idorn GM (2005) Innovation in concrete research—review and perspective. *Cem Concr Res* 35:3 –10

Krishnapriyaa, D. L., Babub, V. and Arulraj G., Isolation and identification of bacteria to improve the strength of concretes, *Microbiological Research* 174, 48–55 (2015)

Lea FM (1971), *Chemistry of Cement and Concrete*, Chemical Publishing Company, New York, 1971)

Mehta PM and Monteiro PJM (1993) *Concrete microstructure, properties and materials*, 2nd edition McGraw-Hill, New York