

## O Estudo da Bioargamassa como uma Alternativa para Evitar as Causas Patológicas no Revestimento de Fachadas

JOÃO BATISTA LIRA DE OLIVEIRA JUNIOR

Estudante Bacharel em Engenharia Civil  
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

ANTÔNIO MARCELO SARAIVA DAMIÃO

Estudante Bacharel em Engenharia Civil  
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

MAXIMILE CERQUEIRA

Estudante Bacharel em Engenharia Civil  
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

GLAUBER DO VALE DE MEDEIROS

Estudante Bacharel em Engenharia Civil  
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

ALEXANDRE TADEU CLARO

Engenheiro Civil (Brazil)

DARLEI DOS ANJOS LAVOR

Técnico em Laboratório  
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

CARLOS ALBERTO CHAVES JÚNIOR

Técnico em Laboratório Universidade Federal do Amazonas/UEA  
(Brasil)

### Abstract:

*Building materials such as mortars and concrete structures are always susceptible to weathering and various other chemical, physical and biological factors. Due to its composition, carbonate rocks are subject to weathering, which leads to an increase in their porosity, consequently, the reduction of their mechanical characteristics (VIEIRA DOS REIS, L. 2017). The objective of this research is to analyze the period of reconstruction of the fissures through the*

*bacterium bacillussubtilis, caused by the test of controlled compression of the mortar. The culture was carried through the bones of chicken for the development of the bacterium and then added in the water of kneading in the trace of the selected mortar. The result of this research is to observe the manifestation of the bacterium bacillussubtilis between the fissures provoked in the mortar hardened through the rupture and cured at 28 days.*

**Key words:** Argamassa, Manifestações, Bacillus Subtilis.

## 1. INTRODUÇÃO

Materiais de construção tais como argamassas e estruturas de concretos, estão sempre suscetíveis a ação do intemperismo e de vários outros fatores químicos, físicos e biológicos. Devido a sua composição, rochas carbonáticas estão sujeitas ao intemperismo, o que leva a um aumento de sua porosidade, conseqüentemente, a redução de suas características mecânicas (VIEIRA DOS REIS, L. 2017).

De acordo com FIORITO (2009); as argamassas são materiais de construção obtidos através da mistura de aglomerantes, água e agregado miúdo. Usualmente são compostas por cimento, cal e areia lavada, sendo que a proporção entre os constituintes (isto é, o traço) varia de acordo com a aplicação. Segundo a ABCP (2002), as principais funções dos revestimentos argamassados são: proteger o substrato da ação de agentes agressivos, promover estanqueidade e isolamento termo acústico ao substrato e proporcionar uma camada final regular.

LOURENÇO (2007), diz as paredes de alvenaria têm merecido, nos últimos anos, uma atenção crescente, ainda que insuficiente e com resultados pouco visíveis ao nível do seu desempenho final. São crescentes os esforços ao nível da legislação, da certificação de produtos, da investigação e da

criação de ferramentas técnicas, mas os resultados são lentos. No campo dos materiais há sinais evidentes do interesse por novos produtos, mas ainda não foram dados passos de escala decisiva na produção.

Para CINCOTTO (1995), por outro aspecto, discutindo revestimentos de argamassas tradicionais, chama atenção para a carência de textos normativos que orientem o fluxo de serviço na construção, e diz que a seleção do revestimento e a especificação dos materiais adequados ainda não fazem parte integrante da cultura do setor.

A deterioração prematura dos revestimentos de argamassa é decorrente de diferentes formas de ataque, as quais podem ser classificadas em físicas, mecânicas, químicas e biológicas (CARASEK, 2011). No Brasil por ser um país tropical, tem as variações sazonais de temperatura, e é sem dúvida uma região onde há grandes problemas nas patologias devido à dilatação térmica (EFFTING, et al. 2015). Ainda sobre EFFTING, et al. (2015), a variação de temperatura é por vez a grande geradora de fissuras, devido à retração térmica, que é a ação que mais faz gerar fissuras, devido que sua superfície perde mais calor que o seu centro. De acordo com SANTOS, GAMBALE e GAMA (2005), a fissuração térmica está relacionada ao fenômeno de geração de calor devido à reação exotérmica de hidratação do cimento, uma vez que qualquer corpo quando submetido à energia calorífica tende a modificar sua geometria. Isto ocorre, principalmente, em habitações de média e baixa renda, onde os conglomerados à base de cimento e agregados minerais perfazem 20% do custo médio das obras (SANTIN, 1996). Segundo CAPOZZI (1996), também evidenciando o elevado consumo de argamassas, os dados indicam que 37% dos edifícios em obra, na cidade de São Paulo, usam revestimentos de argamassa com acabamento de pintura em fachadas. Independentemente do número de camadas de argamassa aplicadas, ou da qualidade dos materiais

empregados, é essencial que existam condições de aderência do revestimento à base.

Além disso, geralmente, os problemas nos revestimentos se manifestam através de efeitos físicos nocivos, tais como, desagregação, descolamento, vesículas, fissuração e aumento da porosidade e permeabilidade (CARASEK, 2011). Uma outra forma de classificação dos problemas refere-se à origem da fonte causadora. Assim, a deterioração das argamassas tanto pode ser originada por fatores externos ao revestimento como por causas internas à própria argamassa. (CARASEK, 2011).

Visando estes efeitos da variação de temperatura nos revestimentos que ocasiona as fissuras, a bioargamassa, baseada no bioconcreto, pode ser uma ótima solução para a sua reparação. Os microorganismos em contato com as intempéries saem do seu estado latente e fazem a precipitação de carbonato de cálcio cicatrizando a fissura através da manifestação das bactérias em contato com o calor ou altas temperaturas.

## **2. OBJETIVO**

Analisar o período de reconstrução das fissuras através da bactéria *Bacillus subtilis*, causadas pelo teste de compressão controlada da argamassa.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

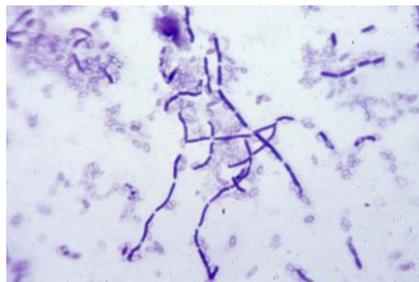
### **3.1 Conhecendo a Bactéria *Bacillus Subtilis*.**

Dentre os micro-organismos antagonistas mais estudados, encontra-se a bactéria *Bacillus Subtilis* (BS), a qual se destaca no controle de doenças do fitoplano e em pós colheita. *Bacillus subtilis* é um organismo muito versátil e efetivo na prevenção e controle de doenças causadas por várias espécies de patógenos em diversas culturas (RIBEIRO; SEI e LEITE, 2011).

O *Bacillus subtilis* (BS) é uma espécie de bactéria gram-positiva que é uma saprófita comum do solo e da água. Organismo esporulado, não patogênico, graças à sua termofilia é utilizado no monitoramento e validação de ciclos de esterilização por calor seco e óxido de etileno, realizados em estufas ou fornos de esterilização e autoclaves para gás óxido de etileno, respectivamente (WIKIPÉDIA, 2017).

Os organismos da espécie *Bacillus subtilis* são bacilos conhecidos como bacilos da grama ou bacilos de feno, toleram condições ambientais atípicas, por isso estão presentes com frequência nos alimentos estragados, conferindo aquela aparência viscosa ao arroz, bolo ou ao pão, por exemplo (ARAÚJO, 2018).

Segundo ONGENA et al., 2005; CAMPOS SILVA et al., 2008: No contexto ecológico, populações de BS têm como habitat natural o solo, o mesmo que abriga uma complexa comunidade biológica, da qual microrganismos procariotos e eucariotos constituem maioria, tanto em número quanto em diversidade. No entanto, aquele procarioto pode ocupar nichos ecológicos distintos em associação com plantas, estabelecendo-se na rizosfera, rizoplano, filoplano e nos tecidos internos, onde se multiplicam, sobrevivem e se protegem da ação antagonística do restante da microflora autóctone.



**Figura 1: Lâmina mostrando em evidencia a bactéria bacillus subtis. Fonte: Fertilizer, 2018.**

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Universo Amostral

#### 4.1.1 Premissas Técnicas das Atividades Realizadas.

Abaixo, a figura 2 mostra o fluxograma das atividades realizadas para o desenvolvimento da bactéria BS, dosagem da argamassa e manifestação da bactéria (BS) nas fissuras do corpo de prova da argamassa.

A dosagem da argamassa industrializada foi realizada no laboratório de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas do Centro Universitário do Norte (UNINORTE).

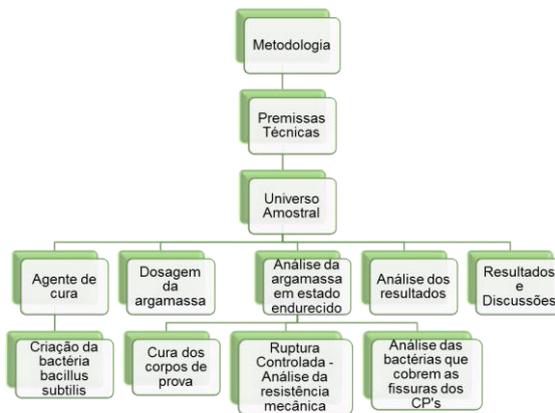


Figura 2: Fluxograma das atividades realizadas. Fonte: Autor, 2018.

#### 4.1.1.1 Agente de Cura – Criação da Bactéria Bacillus Subtilis.

Bacillus (Cohn 1872) e gêneros correlatos são células em forma de bastões. As dimensões variam, e são chamados de bastões ou bastonetes. Muitas dessas células podem ser de bastões retos ou levemente encurvados, sendo essas características das espécies desses gêneros (CARDOZO e ARAÚJO, 2011).

O resíduo utilizado foi analisado no laboratório de Química do UNINORTE/ Unidade IX. Foi utilizado ossos de frango, conforme mostra a figura 3, abaixo.



**Figura 3: Resíduo (osso de frango) para determinação da composição química.**Fonte: Autor, 2018.

A determinação da composição química proporciona a seguinte concentração de macronutrientes em base seca (g kg<sup>-1</sup>): 9,1 de N; 0,5 de P; 15,3 de K; 2,9 de Ca; 3,5 de Mg; 6,1 de S. O pH (CaCl<sub>2</sub>) do resíduo era 3,5.

O desenvolvimento da bactéria BS foi prepara com doses crescentes de vinhaça, ajustando-se os seguintes tratamentos: vinhaça concentrada; 60% de vinhaça + 40% de água destilada e 25% de vinhaça + 75% de água destilada e meio de cultura padrão (caldo nutriente). Os meios consistem em ser preparados para volume final de 50 mL acondicionados em erlenmeyer (250 mL). O pH de todos os meios utilizados foi ajustado para 6,8. A figura 4, abaixo, mostra o acondicionamento.



**Figura 4: Acondicionamento do desenvolvimento da bactéria bacillus subtilis.** Fonte: Autor, 2018.

Os próximos passos, atendem ao método de ensaio de CARDOZO e ARAÚJO (2011), Os recipientes, após inoculação, foram colocados em mesa agitadora orbital (120rpm) e deixados sob agitação a temperatura ambiente, durante cinco dias. Decorrido este período avaliou-se a concentração de bactérias no meio de cultura, pelo método de diluição seriada e a contagem de unidades formadoras de colônias em placas com meio ágar nutriente. Todas as determinações de crescimento foram feitas em triplicata. No meio de cultura que apresentou a maior concentração bacteriana foi determinada, também, a curva de crescimento de *Bacillus subtilis*. Para isto, após a inoculação do *Bacillus subtilis* neste meio de cultura e conforme já descrito, o mesmo foi colocado em mesa agitadora orbital (120rpm) durante sete dias realizando-se a contagem diária da concentração de bactérias no meio, pelo método de diluição seriada e contagem em placas com meio ágar nutriente (p.1284).



**Figura 5: Recipiente (erlenmeyer) no processo de inoculação após 5 dias. Fonte: Autor, 2018.**

Após o resfriamento, o líquido foi colocado em uma lâmina para verificação da bactéria.

#### **4.1.1.2 Dosagem da Argamassa e Análise do Estado Endurecido.**

A dosagem da argamassa industrializada atende as especificações da norma ABNT NBR 13276 (2002), do qual procedeu-se da seguinte maneira:

- a) Pesou-se a massa de água de acordo com as indicações do fabricante, com aproximação de 1,0 g;
- b) Colocou-se a água no recipiente do misturador;
- c) Colocou-se o material seco de modo contínuo, dentro de um período de 30s;
- d) Acionou-se ao misturador na velocidade baixa;
- e) Misturou-se por 30s e desligou-se o equipamento;
- f) Retirou-se a pá de mistura e raspou-se toda a superfície interna do recipiente e da pá;
- g) Efetuou-se esta tarefa e recolocou-s ea pá em um intervalo de 60s;
- h) Ligou-se o equipamento e misturou-se pelo tempo de mistura indicado pelo fabricante, na ausência desta informação, misturar por mais 30s.

Se indicado pelo fabricante, deixar em maturação pelo tempo assinalado, coberto por pano úmido; em seguida ligar o equipamento e misturar por 15s (ABNT NBR 13276: 2002. p.2).



**Figura 6: Argamassa industrializada, pesada, sendo inserida no equipamento (argamassadeira) para a mistura. Fonte: Autor, 2018.**



**Figura 7: Argamassa industrializada homogeneizada na argamassadeira. Fonte: Autor, 2018.**

#### **4.1.1.3 Análise do Estado Endurecido.**

Após a dosagem, foram moldados seis os corpos de prova medindo 50x100mm cada.



**Figura 8: Moldagem de seis corpos de prova da argamassa industrializada, homogeneizada com a água da bactéria BS. Fonte: Autor, 2018.**

Após o período de 24h para o endurecimento da argamassa, os corpos de prova foram colocados no tanque de cura, onde passaram 28 dias.



**Figura 9:** Cura dos corpos de prova submersos no tanque com água. Fonte: Autor, 2018.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Agente de Cura – Criação da Bactéria Bacillus Subtilis.**

Conforme a figura 10, abaixo, demonstra a manifestação da bactéria bacillus subtilis, de uma foto retirada do microscópio, presente na água.



**Figura 10:** Lâmina da bactéria BS presente na água. Os círculos em vermelhos indicam alguns pontos da presença da bactéria. Fonte: Autor, 2018.

## **5.2 A Presença da Bactéria nos Corpos de Prova.**

Quase não se nota a presença da bactéria bacillussubtilis nos corpos de prova endurecidos da argamassa. As figuras 11 e 12 mostram as manifestações pouco visíveis nos corpos de prova. A observação teve como período em 7 e 28 dias no processo acelerado, dentro da estufa em 100°C, para que a bactéria se manifestasse.



**Figura 11: Corpo de prova horizontal com círculos vermelhos evidenciando a manifestação da bactéria bacillussubtilis, em 7 dias de observação. Fonte: Autor, 2018.**



**Figura 12: Corpos de prova com círculos vermelhos evidenciando a manifestação da bactéria bacillussubtilis, em 28 dias de observação. Fonte: Autor, 2018.**

## **6. CONCLUSÕES**

Conforme os resultados apresentados nesta pesquisa, conclui-se que:

- a) Precisaria de um tempo maior para que a bactéria ficasse mais visível nas fissuras dos corpos de prova;
- b) Nota-se que as figuras 11 e 12, no item anterior, apresentaram a manifestação da bactéria em formato arredondado e de cor amarronzada nos poros e em algumas fissuras de alguns dos corpos de prova;
- c) A análise sobre a manifestação da bactéria bacillus subtilis, pelo curto tempo, pode-se afirmar que foi satisfatório.

Algumas observações devem se levar em consideração, do tipo:

- a) A argamassa selecionada era industrializada;
- b) O Processo de manifestação da bactéria BS nas fissuras, a análise deveria ser realizada ao ar livre.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ARAUJO, M. Disponível em:<<https://www.infoescola.com/reino-monera/bacillus-subtilis/>>. Acessado em abril de 2018.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro. 2002.
3. CAMPOS SILVA, J. R.; SOUZA, R. M.; ZACARONE, A. B.; SILVA, L. H. C. P.; CASTRO, A. M. S. Bactérias endofíticas no controle e inibição in vitro de Pseudomonas syringae pv. tomato, agente da pinta

- bacteriana do tomateiro. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1062-1072, 2008.
4. CAPOZZI, S. Materiais: fachadas paulistana. *Construções*, v.49, n.2540, p.18-9, 1996.
  5. CARASEK, H. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. São Paulo: IBRACON, 2007.
  6. CARDOZO, R. B.; ARAÚJO, F. F. 2011). Multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle da meloidoginose, em cana-de-açúcar. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.15, n.12, p.1283–1288, 2011. P. 1283-1288. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n12/a10v15n12.pdf>>. Acessado em abril de 2018.
  7. CINCOTTO, M. A. SILVA, M. A. C. CASCUDO, H. C. *Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio*. Boletim 68 IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 1995.
  8. EFFTING, Carmeanne et al. *Efeitos da Temperatura Sobre o Concreto*. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/355067447/Efeitos-da-Temperatura-Sobre-o-Concreto-FINAL-pdf>>. Acessado em janeiro de 2018.
  9. FIORITO, A. J. S. I. *Manual de argamassas e revestimentos*. 4.ed. São Paulo: Editora Pini, 2003. 223p.
  10. ONGENA, M.; DUBY, F.; JOURDAN, E.; BEAUDRY, T.; JADIN, V.; DOMMES, J.; THONART, P. *Bacillus subtilis M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.67, 692-698. 2005.

11. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas V. 4, N. 2, p. 12, 2010 LANNA FILHO, Roberto, FERRO, Henrique Monteiro et al.
12. RIBEIRO, R.; SEI, F. B.; LEITE, S. BACILLUS SUBTILIS: agentes de controle biológico e promotor de crescimento em plantas. 2011. Disponível em:<<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24104&secao=Colunas%20e%20Artigos>>. Acessado em março de 2018.
13. SABBATINI, F. H. Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria Resistente; Estudo Técnico ET-91. 2.ed.São Paulo: ABCP, 1998. 44p.
14. SANTIN, E. Tijolo por tijolo, num desenho mágico. Técnica. v.4, n.23, p. 18-24, jul./ago., 1996.
15. Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P.B. Lourenço et al. (eds.), 2007 - PATOLOGIA EM PAREDES DE ALVENARIA: CAUSAS E SOLUÇÕES. Disponível em:<[http://www.hms.civil.uminho.pt/events/alvenaria\\_2007/065\\_084.pdf](http://www.hms.civil.uminho.pt/events/alvenaria_2007/065_084.pdf)>. Acessado em abril de 2018.
16. SOARES CARNEIRO, Guilherme Victor Humberto; DOS SANTOS GIL, Leonardo Koziel; CAMPOS NETO, Manoel Pires. Calor de Hidratação no Concreto. 2011. 67 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Engenharia Civil)- Escola de Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás, [S.l.], 2011.
17. VIEIRA DOS REIS, Luann. Biotecnologia microbiana da construção: potencial de biomineralização de bactérias ureolíticas de solo de cerrado e de rejeitos de construção civil. 2017. 103 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais)- Universidade Federal de Goiás, [S.l.], 2017.
18. WIKIPÉDIA – Enciclopédia Virtual. Disponível em:<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Bacillus\\_subtilis\\_2017](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bacillus_subtilis_2017)>. Acessado em março de 2018.