



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



UTILIZAÇÃO DE BIONANOCIMENTAÇÃO COMO TÉCNICA NO AUMENTO DE RESISTÊNCIA DE SOLO ARENOSO – CRICTE 2017

Pietra Taize Bueno

Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental na Universidade de Passo Fundo
pietrataize@hotmail.com

Bruna Bilhar Dall’Agnol

Mestranda no PPGEng na Universidade de Passo Fundo
brunab_d@hotmail.com

Antônio Thomé

Orientador – Professor/Pesquisador no PPGEng na Universidade de Passo Fundo
thome@upf.br

Resumo. *O crescimento populacional e a demanda por infraestrutura aumenta significativamente os impactos ambientais em solos, surgindo a necessidade do melhoramento do solo para posterior uso. Assim, a técnica de bionanocimentação vem com o intuito de melhorar as propriedades mecânicas de forma sustentável. O objetivo do trabalho foi avaliar o aumento da resistência de solo arenoso através da técnica de bionanocimentação. Foram avaliadas três diferentes concentrações de cálcio no meio nutriente, sendo um meio com fonte de cálcio em escala micro e outro em escala nano, além da bioaumentação ou não. Foram realizados testes bioquímico de produção de urease, evolução de CO₂, resistência por compressão simples e MEV/EDX. Ao final dos ensaios observou-se que o meio nutritivo que mais se destacou foi o em escala micro com 40 g/L de fonte de cálcio e sem bioaumentação.*

Palavras-chave: *Precipitação de CaCO₃. Bioaumentação. Bionanocimentação.*

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional, assim como a demanda por infraestrutura estão diretamente

ligados. Essa demanda proporciona contaminação além de mau uso, desabilitando grandes áreas de solo, limitando o desenvolvimento urbano (MONTROYA, 2012) [1]. Dessa maneira, surge a biogeotecnologia que é a fusão da biotecnologia e geotecnia com o intuito de melhorar as propriedades mecânicas do solo de forma sustentável a partir do uso de microrganismos, além de solucionar problemas com processos erosivos e estabilidade de solos (De JONG *et al.*, 2013) [2].

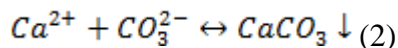
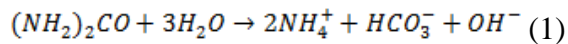
O objetivo principal da pesquisa foi avaliar o aumento da resistência mecânica do solo arenoso utilizando a técnica de bionanocimentação. Além disso, avaliar a capacidade dos microrganismos realizarem a cimentação, avaliar também meios nutriente com fonte de cálcio diferentes como bioestimulação e a avaliação morfológica da estrutura após a bionanocimentação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Técnica de Biocimentação

A biocimentação é a precipitação de carbonato de cálcio (CaCO₃), que liga as partículas de solo após a adição de

microrganismos e substratos específicos (IVANOV e CHU, 2008) [3]. A técnica consiste na utilização do metabolismo microbiano para catalisar reações químicas, no caso da biocimentação, a hidrólise da ureia apresentada na Equação (1), seguida da precipitação de CaCO_3 (Equação (2)).



O produto gerado é afetado pelas condições do meio como a concentração de cálcio, pH, concentração de dióxido de carbono, concentração de microrganismos e também pelos microrganismos envolvidos (MUÑETÓN, 2013) [4].

Ref. [3] evidenciaram o aumento da rigidez do solo quando este submetido à técnica de biocimentação, a técnica pode ser usada para prevenir erosão do solo e minimizar impactos causados pela liquefação de solos.

2.3 Nanocarbonato de cálcio

O CaCO_3 , de rochas calcárias, considerado inerte pelo seu tamanho de partículas, participa de misturas de cimento com a finalidade de preencher vazios. Quando inseridas partículas de CaCO_3 em escala nano em misturas de argamassas a taxa de hidratação dos compostos cimentícios é acelerada. O efeito do CaCO_3 em escala nano atua nas propriedades mecânicas do material fazendo com que a resistência à compressão simples seja aumentada (SURENDRA *et al.*, 2012) [5].

3. METODOLOGIA

3.1. Solo a ser usado/local da pesquisa

O solo utilizado na pesquisa provém do Município de Osório, região costeira do Estado. Tem como característica areia fina de granulometria uniforme (SPINELLI, 1999) [6]. A pesquisa foi realizada nos

Laboratório de Geotecnia Ambiental no Centro Tecnológico da Universidade de Passo Fundo (CETEC-UPF).

Essa pesquisa é classificada segundo Gil (2002) [7], a partir de seus procedimentos técnicos como experimental. O item a seguir apresenta a sequência de ensaios realizados na pesquisa.

3.2 Métodos Utilizados

Teste de produção de Urease. O teste bioquímico qualitativo de produção de urease serve para determinar se uma bactéria produz a enzima urease. Quando o resultado é positivo o meio de cultivo fica de cor rosa. Quando o resultado é negativo, o meio torna-se amarelo.

Moldagem dos Corpos de Prova (CPs). O planejamento experimental foi realizado com a finalidade de obter maior precisão nos resultados obtidos durante a execução do experimento. O experimento foi executado em triplicada, o branco será utilizado apenas na evolução de CO_2 , pois o branco possui aumento de resistência nulo. As variáveis de controle do experimento serão a utilização dos meios de cultivo com nanosubstrato (CN) ou com acetato de cálcio (SN) que é o substrato em escala macro em três concentrações diferentes. Outro controle no experimento é a utilização ou não de bioaumentação (+B ou -B), a variável de resposta para o experimento é a quantidade de CO_2 evoluído, a resistência obtida na compressão simples comparando os CPs. Além dessas variáveis de controle tem-se a concentração de fonte de cálcio utilizada e os níveis as três concentrações diferentes (20, 30 e 40 g/L). Na moldagem do experimento primeiramente foi feita a mistura do solo arenoso com os meios de cultivo CN e SN a uma taxa de 5 mL/100 g de solo seco e mistura do meio com a bioaumentação na mesma taxa, 5 mL/100 g de solo, assim o solo ficará com 10% de umidade. Depois disso, foi feita a moldagem dos corpos de prova (CPs) em cilindros de

PVC com dimensões de 5x10cm (DxA), foram moldados com densidade relativa de 0,7 que é a densidade de uma areia compactada. Depois da moldagem, foram inseridos nos potes hermeticamente fechados para o monitoramento da evolução de CO₂.

Respirometria ou evolução de CO₂. A técnica da evolução de CO₂ ou respirometria é utilizada para quantificar a atividade metabólica dos microrganismos no solo. A metodologia utilizada foi definida por Bartha e Pramer (1965) [8], com modificações. Esse procedimento é baseado na captação do CO₂ liberado pelos microrganismos. O monitoramento foi realizado a cada 48 horas por um período de 49 dias, sendo todas as unidades experimentais mantidas em temperatura ambiente.

Ensaio de Resistência por Compressão Simples. O ensaio de compressão simples é um dos ensaios mais utilizados para avaliação de características mecânicas do solo. A realização dos ensaios de compressão simples será de acordo com a ABNT NBR 12025/2012 [9].

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Teste de produção de Urease. A prova teve resultado positivo, conforme apresentado na Figura 1 a seguir, onde a coloração do meio ficou rosa, imediatamente após a semeadura da bactéria presente no solo e permaneceram nas 24 h indicadas para observação.

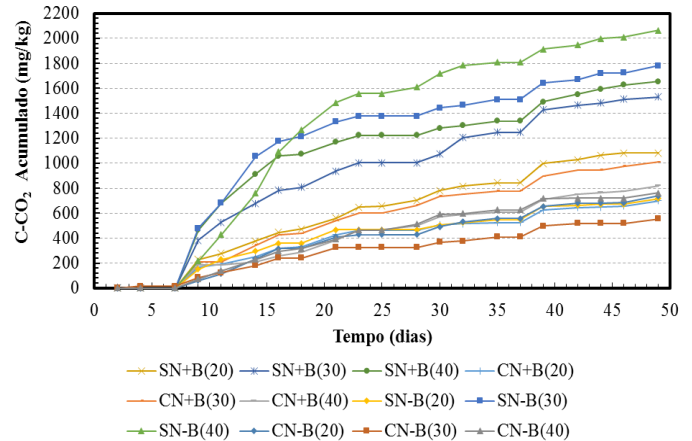
Figura 1: Resultado urease.



Respirometria ou evolução de CO₂. O teste de respirometria foi acompanhado por um

período de 49 dias. Na microbiologia, o momento da estabilização da curva de evolução de CO₂, quer dizer que a atividade microbiológica está parando ou não acontecerão mais reações no meio.

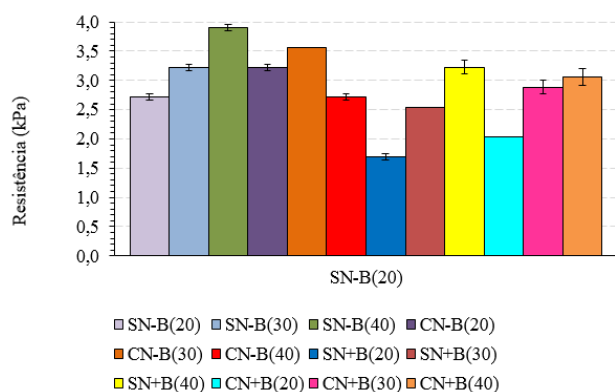
Figura 2: Resultados evolução de CO₂.



Na Figura 2 pode-se observar que o resultado que mais se destacou foi o tratamento com meio de cultivo sem nanopartículas e sem a bioaumentação, evidenciando a eficiência de bioestimulação de microrganismos nativos ao invés da inserção de microrganismos exógenos. Além disso pode-se evidenciar que a maior concentração de cálcio no meio se mostrou mais eficiente na bioestimulação.

Ensaio de Resistência por Compressão Simples. Nos resultados de resistência mecânica se pode observar na Figura 3 tendência de quanto maior o valor de concentração, maior é o da resistência. Foi possível observar também que a bioaumentação não obteve o resultado esperado que era de maiores resistências em relação a não bioaumentação. A partir disso pode-se concluir que possa ter existido competição entre os microrganismos adicionados e os nativos do solo, assim, não superando os valores dos tratamentos sem a bioaumentação.

Figura 3: Resultados de resistência para todos os CPs.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado do teste de urease mostra a capacidade dos microrganismos usados e nativos de produzir urease. A utilização de nano materiais não se destacou como boa fonte de bioestimulação. Das três concentrações de cálcio utilizadas a mais alta se destacou nos resultados. Foram obtidos resultados de resistência, no entanto, discordantes com a bibliografia, ou seja, muito abaixo de valores obtidos em outras pesquisas.

REFERÊNCIAS

- [1] MONTOYA, B. M. “Biomediated soil improvement and the effect of cementation on the behavior, improvement, and performance of sand”. California, Tese. 252 p. University of California. 2012.
- [2] DEJONG, J. D., SOGA, K. S., KAVAZANJIAN, E. “Biogeochemical processes and geotechnical applications: progress, opportunities, and challenges”. *Geotechnique* 63, No. 4, 287–301. 2013.
- [3] IVANOV, V., CHU, J. “Applications of microorganisms to geotechnical engineering”. *Environmental Science Biotechnology*. 2008.
- [4] MUÑETÓN, C.M.G. “Avaliação geotécnica de um perfil de solo tratado biotecnologicamente para fins de pavimentação”. Brasília, Tese. 187 p. Programa de Pós Graduação em

Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília. 2013.

- [5] SURENDRA, P. S., SHIHO, K., PENGKUN, H., CORR, D. “Application of nanoparticles”. 3^o International Symposium on UHPC and nanotechnology for high performance construction materials, Alemanha, 2012.
- [6] SPINELLI, L. F. “Comportamento de fundações superficiais em solos cimentados”. Porto Alegre, 133p. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS. 1999.
- [7] GIL, Antônio C. “Como elaborar projetos de pesquisa”. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [8] BARTHA, R.; PRAMER, D. “Features of Flask and Method for Measurement the Persistence and Biological Affects of Pesticides in Soil”. *Soil Science*. v.100, p.68-70, 1965.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12.025/12. Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 2012.