

## **ESTUDO DO SOLO PARA A PRODUÇÃO DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO**

V. B. Dantas, U. U. Gomes, Valcacer S. M.: A. S. Silva; R. G. Sanabio; A.F.M. Carvalho; A. B. Vital  
Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais - PPGCEM  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
[Valter.fisic@hotmail.com](mailto:Valter.fisic@hotmail.com)

### **RESUMO**

Neste trabalho são apresentados resultados de ensaios de caracterização de amostras de solo coletadas em Mossoró-RN, com a finalidade de produção de solo-cimento para a fabricação de blocos prensados. Objetivou-se reduzir os custos, melhorar a qualidade do solo-cimento, e propiciar condições para o aproveitamento do solo não ideal para a produção do bloco solo cimento. Foram realizados ensaios de compactação e de análise granulométrica. O solo estudado apresentou porosidade de 50% sem prensagem e 33% quando compactado. Concluiu-se que o solo necessita de correção granulométrica, devido ao alto teor de argila.

Palavras-Chave: Engenharia, tijolos, solo-cimento, correção granulométrica, porosidade, estabilização mecânica.

### **INTRODUÇÃO**

A motivação para a realização deste trabalho surgiu das observações do solos argiloso para a fabricação de bloco solo-cimento, esse solo apresenta problema na compactação e consumo elevado de cimento para estabiliza- los e conseqüentemente apresenta retração elevada trincando devido a expansão das argilas frente à variação de temperatura e umidade. No entanto quando muito arenoso existe o problema de agregação dificultando a retirada da máquina e quebra ao manusear dificultando a sua produção. Assim, procurou-se investigar possibilidades para o aproveitamento do solo argiloso maximizando o seu uso e minimizando a adição de areia e com isso diminuindo

o impacto ambiental com o transporte deste material e conseqüentemente diminuindo o preço de produção de fabricação do bloco prensado.

O solo, cimento e água foram inseridos e compactados conjuntamente com a finalidade de atimizar a propriedade física do bloco solo cimento. A prensagem proporcionou a diminuição dos macroporos aumentando a área de contato entre as partículas e transformar os macroporos em micro e nano poros, aumentando principalmente a capilaridade.

A camada superficial do solo foi descartada, segundo Dantas (2010)<sup>8</sup> atribuída a matéria orgânica, diminui a densidade do solo e a compactação, pelo fato da matéria orgânica influenciar no poder de adsorção de água do solo. Sendo assim requer uma dosagem de cimento e compactação maior para a estabilização química.

As variáveis que melhor expressam as condições de trabalhabilidade dos solos são os limites de consistência, valores elevados podem conduzir a maiores dificuldades na secagem e no destorroamento e também no processo de mistura dos componentes. Na determinação dos limites de consistência foram utilizadas as normas NBR 6459 NBR 7180 (ABNT, 1984b)<sup>1,2</sup> que recomenda que o limite de liquidez seja inferior a 45% e que o índice de plasticidade seja inferior a 18%. A ABCP (1986)<sup>3</sup>.

Segundo DALLACORT, et al.2002<sup>11</sup> água começa a ocupar espaço entre as partículas, provocando diminuição da densidade; já o material ligante, composto pelo cimento, além de criar, com sua hidratação, um esqueleto sólido entre os grãos do solo, tem também o efeito de micro-filer, preenchendo os pequenos vazios entre as partículas de solo, interferindo na massa específica do material.

De acordo com o CEPED - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (1999)<sup>4</sup>. O solo adequado para produzir solo-cimento, deve possuir as seguintes características: - 100% dos grãos passando na peneira ABNT 4,8mm - 10% a 50% dos grãos passando na peneira 0,075mm; - Limite de liquidez < 45%; e - Limite de plasticidade < 18%. A correção granulométrica é feita quando se deseja uma propriedade específica alterar a distribuição das partículas do solo. Segundo Barbosa et. al. (2002)<sup>5</sup>, o teor de cada fração é relevante. O autor recomenda que para fabricação de solo bloco solo cimento utilizada na confecção de blocos prensados, a faixa tamanha: 10 a 20 % para argila, 10 a 20 % de silte e 50 a 70 % de areia.

Como pode ser extraída do próprio local onde se deseja construir, economiza-se tempo e minimizando custo, não precisa ser transportado. Alguns materiais duplicam o seu custo quando são transportados por uma distância de apenas 100 km (SALGADO, 2010).<sup>6</sup>

De acordo com Pinto (2002, p. 65)<sup>7</sup>, “quando se compacta o solo com umidade baixa, o atrito entre as partículas é muito alto e não se consegue uma significativa redução dos vazios. Para umidades mais elevadas, a água provoca certo efeito de lubrificação entre as partículas, que deslizam entre si, acomodando-se num arranjo mais compacto”.

As argilas presente no solo são responsáveis por fornecer a propriedade plástica ao solo. Estes minerais são um produto do intemperismo do feldspato, de minerais magnesianos e de micas, são compostos por duas unidades básicas: tetraedro de sílica e octaedro de alumina, que ao se combinarem formam lâminas, resultando na estrutura lamelar das argilas (DAS, 2007)<sup>9</sup>.

O limite de liquidez é concebido como o menor teor de umidade com que um solo pode ser capaz de fluir. Segundo Vargas (1977)<sup>10</sup>, Arthur Casagrande padronizou este ensaio utilizando os mesmos conceitos de Atterberg, que relatou que uma massa de solo, contendo certa quantidade de água, se torna fluido e toma a forma do recipiente que o contém.

Nesse trabalho objetivou a caracterização do solo oriundo da região de Mossoró-RN para a obtenção de blocos solo-cimento com a utilização de técnicas para a determinação de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidades (LP) , Porosidade Total e Densidade pelo método do anel volumétrico, Granulometria, e equipamentos de Florescência de Raios X (FRX) e Microscopia Eletronica de Varredura (MEV). Desse modo, foi possível avaliar a composição e propriedades do solo à partir das dos resultados obtidos das análises, com isso chegando a conclusão se o solo é ideal ou se faz necessárias correções granulométricas para produção de bloco solo-cimento.

## MATERIAIS E MÉTODO

Na realização dessa pesquisa usou-se o seguinte material argissolo da região de Mossoró RN; Pá; Picareta, peneira de 4,8 mm, areia lavada da região de Natal, Cimento CP II E 32 e água destilada, cápsula de alumínio e anel volumétrico de aço com dimensão de 2,43 cm de altura e 7 de diâmetro.

Materiais para realização desta pesquisa foram retirados do campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em Mossoró-RN. Trata-se de argissolo, segundo a classificação sociedade brasileira de ciências do solo, cujas características geotécnicas se assemelham às dos solos encontrados em grande parte do Estado do Rio Grande do Norte. O solo coletado de três locais diferentes e profundidades de 5-30, 30-90, 90-1,90 m foram verificados que o perfil médio desse solo é de aproximadamente 2 m de profundidade no qual encontramos rocha mãe.

No processo de mistura as amostras foram para betoneira por 20 minutos para uma homogeneização média das partículas, posteriormente foi feito um peneiramento manual para se eliminar os grãos com diâmetros superiores a 4,8 mm. E após o processo condicionado em sacos plásticos para a fabricação dos blocos solo cimento num total de 3 sacos de 20 kg o suficiente para fabricação de 20 blocos maciços de solo cimento com dimensões de 12,5x6,5x25cm e com 8% de cimento e 8% de águas e compactada com uma prensa manual idealizada pelo pesquisador e com capacidade de prensagem de 2000kg/f, com rolamentos, o que torna o atrito desprezível.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado observado o solo possui 49,76% de porosidade total em amostra indeformada. O solo confinado em uma matriz de aço com dimensão de 12,2x25cm e área de 312,5cm<sup>2</sup> submetida à pressão de 2000 kg/f através da prensa manual resultou 6,4 kg por cm<sup>2</sup> podem observar porosidade média foi de 33,7 de poros e densidade de 1,80 g/cm<sup>3</sup> quando o teor de umidade adicional foi de 8% e umidade natural do solo de 2,284%, num total de 10,284 % de água.

A argila age como um ligante para todas as partículas maiores no solo, assim como faz o cimento no concreto, dando coesão a este solo. Por apresentar este comportamento, o presente trabalho se justifica. A fração argilosa do solo em estudo 22% e a influência sob este comportamento mecânico foi avaliado no processo de

manuseio do solo verde. As principais razões para o emprego da estabilização, melhorar a durabilidade, ação da água e aumentar a resistência mecânica.

A tabela 1 mostra as porcentagens dos componentes químicos presentes no argissolo em estudo. Os agregados de ferro silício e alumínio formam concreções muito duras chamadas plintossolos e também in- loco observadas essas características esse solo foi moído em moinho de bola alumina por 16 horas até a granulométrica 0,038mm, para uma melhor caracterização química. A tabela 1 mostra os resultados obtidos.

Componentes	Porcentagem presente
SiO <sub>2</sub>	57.817 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30.535 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.217 %
K <sub>2</sub> O	1.996 %
SO <sub>3</sub>	1.722 %
TiO <sub>2</sub>	0.692 %
MnO	0.019 %

Tabela 1 – Resultado da composição química solo por Florescência de Raios-X.

Observando os valores obtidos na Tabela 1 e segundo Xavier (2006)<sup>12</sup>, verifica-se que a quantidade de SiO<sub>2</sub> (57.817 %) indica a provável presença de argilominerais tais como: caulinita (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 2SiO<sub>2</sub>. 2H<sub>2</sub>O), bem como a provável presença de quartzo. A quantidade de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (30.535 %) apresenta-se quase totalmente, formando argilominerais, podendo também ser devido a hidróxidos como gibsita (Al (OH)<sub>3</sub>). O valor total de 89,35% (SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) indica o caráter refratário da matéria-prima. A quantidade de óxido Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (7.217 %) caracteriza-se como agente fundente e indica a cor vermelha após a calcinação do material.

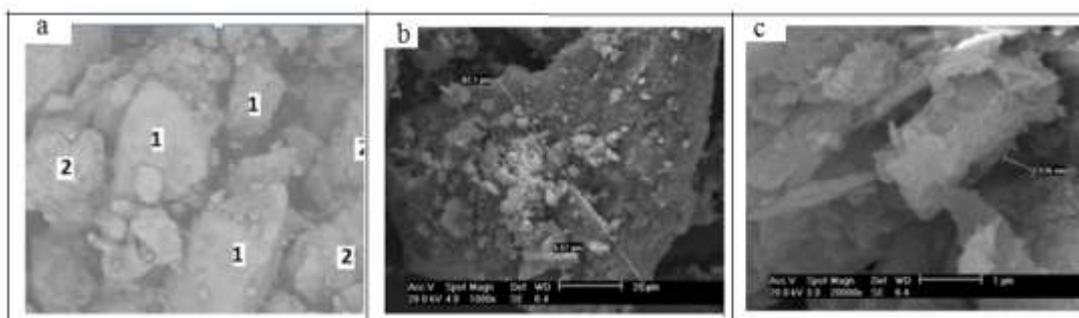


Figura (1) fonte Dantas 2011

A figura 1 (a) mostra a imagem feita com microscopia eletrônica de varredura (MEV) o solo número (1) representa o componente dióxido de silício SiO<sub>2</sub> presente em maior quantidade devido a resistência a degradação. O número 2 representa um

agregado de óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ . A figura (b) mostra a fração do solo da figura (a) bloco (1) com aumento de 10000 x, as argilas impregnada na superfície movo aumentos 20000x podemos observar o quantidade de poros possivelmente a  $\text{Al}_2\text{O}_3$  confirmando os dados experimentais que mostrou porosidade em torno de 49.25% (segundo Dantas 2012)<sup>13</sup> Macroporosidade figura (a) mais microporosidade figura (c).

As análises de laboratório mostraram a caracterização observada do solo os limites de consistências que influem significativamente no resultado final na fabricação do bloco solo cimento. O limite de liquidez e de plasticidade respectivamente  $\text{WL}=20\%$  e  $\text{WP}=13\%$ . E fundamental que o solo apresente plasticidade e que o limite de liquidez não seja excessivo, e que esteja na faixa de 40-45%. A NBR 6508 (ABNT, 1984)<sup>2</sup>

As dimensões das partículas do solo são muito variáveis, sendo designadas pelas frações: *areia*, *silte* e *argila*, conforme o tamanho.

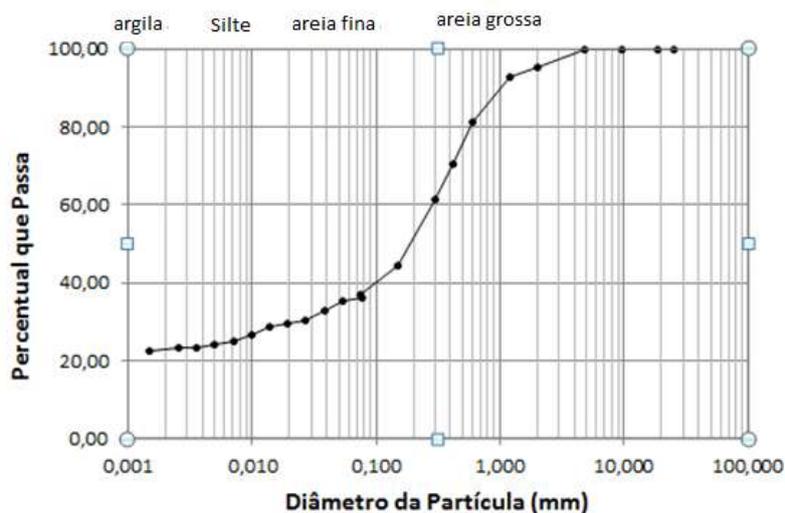


Figura 2 mostra a dispersão do tamanho dos grãos

A representação dos resultados, Como na figura 2 a curva granulométrica traçada por pontos em um diagrama semi-logarítmico, como demonstrado, a curva de distribuição representada, que sobre o eixo das abscissas são marcados os logarítmicos das dimensões das partículas e sobre o eixo das ordenadas as porcentagens em massa.

Esse solo deve sofrer uma correção granulométrica para se adequar a composição para a fabricação do bloco solo cimento, resultado de laboratório mostraram a seguinte composição 16% de areia grossa, 27% areia media, 16% areia fina perfazendo um total de 57% de areia, 21% de silte e 22% de argila.

## 6. CONCLUSÕES

Em vista das discussões apresentadas e dos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que o solo segundo (Dantas, V.B. et. al. 2009)<sup>12</sup> tem indicativo que esse solo precisa de correção granulométrica para a fabricação do bloco solo cimento.

Seleção e adaptação ou correção dos solos, gerando emprego e renda, formando valores éticos e de respeito à natureza e valorizando este rico material que pode ter uma destinação nobre.

## 7. REFERÊNCIAS

- (1) ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1984b. 3p.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984. 7p.
- (3) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio. São Paulo-SP: ABCP, 1985.
- (4) CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO. Manual de construção com solo-cimento. Camaçari: CEPED/ABCP, 1999. 116p.
- (5) BARBOSA, Normando P. Resistência à compressão do solo-cimento com substituição parcial do cimento Portland por resíduo cerâmico moído. Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2002, vol.6, n.3, pp. 511-518. ISSN 1807-1929. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662002000300022>
- (6) SALGADO, F. A. 2010. Análise Macro-mecânica do Comportamento da Terra como Revestimento Externo, com ou sem Reforço de Fibras Vegetais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, PUC-Rio, Brasil, 143 p.
- (7) PINTO, Carlos de Souza. Curso Básico de Mecânica dos Solos. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 353 p.il.
- (8) DANTAS, V.B.; Morais F. A. Pereira J. O. COMPORTAMENTO FÍSICO DE UM LATOSSOLO; VERMELHO DISTROFÉRICO SOB DIFERENTES DOSES DE PALHA DE AVEIA Artigo Científico Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.5, p. 06 - 11 (Numero Especial) dezembro de 2010 <http://revista.gvaa.com.br>
- (9) DAS, Braja M. Fundamentos de Engenharia Geotécnica. São Paulo: Thomson, 2007. 561 p. II
- (10) VARGAS, Milton. Introdução à Mecânica dos Solos. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977. 509 p.

(11) DALLACORT, Rivanildo; LIMA JUNIOR, Humberto C.; WILLRICH, Fábio L. And BARBOSA, Normando P.. Resistência à compressão do solo-cimento com substituição parcial do cimento Portland por resíduo cerâmico moído. Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2002, vol.6, n.3, pp. 511-518. ISSN 1807-1929. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662002000300022>

(12) XAVIER, G.C. (2006). Resistência, Alterabilidade e Durabilidade de Peças Cerâmicas Vermelhas Incorporadas com Resíduo de Granito. Tese de Doutorado em Engenharia Civil – Campos dos Goytacazes – RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UE

(13) Dantas, V.B. et al, Desenvolvimento De Um Bloco Solo Cimento Utilizando Argissolo Com Incorporação de MMFs SBPMAT sociedade brasileira de pesquisa em material, (2012)

(12) DANTAS V. B.; Filho J. L. O. P.; Pereira J. O 2009- SUSCETIBILIDADE DE COMPACTAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE E MATÉRIA ORGÂNICA. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.4, n.2, p. 76 - 84 abril/junho de 2009 <http://revista.gvaa.com.br>.

## **STUDY SOIL FOR THE PRODUCTION OF SOIL-CEMENT BLOCKS**

### **ABSTRACT**

*This paper presents the results of characterization tests of soil samples collected in Mossoró-RN, for the purpose of producing soil-cement for the manufacture of pressed blocks. The objective was to reduce costs, improve the quality of soil-cement, and provide conditions for soil use not ideal for the production of cement block solo. Compression tests and particle size analysis were performed. The studied soil showed porosity of 50% without pressing and 33% when compressed. It was concluded that the soil particle size needs granulometric correction, due to the high clay content.*

Keywords: Engineering, bricks, soil-cement, granulometric correction, porosity, mechanical stabilization.