

ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SOLOS PARA A CONFEÇÃO DE TIJOLOS PRENSADOS DE TERRA CRUA

SOUSA, Soenia M. T. (1); Barbosa, Normando P. (2)

(1) Eng. Civil, Mestre em Engenharia, professora do CEFET-CE, Rua Plácido Aderaldo, s/n, CEP 63040-240, Lagoa Seca - Juazeiro do Norte, CE

(2) Eng. Civil, D. Ing. , professor titular da UFPB - PB, Centro de Tecnologia da UFPB, Cidade Universitária, CEP 58059-900 - João Pessoa, PB -
E-mail: nperazzo@epostal.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados do estudo da estabilização granulométrica de três solos do Estado da Paraíba para uso na confecção de tijolos prensados de terra crua. Utilizou-se o solo de João Pessoa, com maior percentagem de argila, para corrigir os solos arenosos de Campina Grande e Areia. Realizaram-se ensaios de caracterização destes solos. As propriedades mecânicas dos tijolos foram medidas através do ensaio de resistência a compressão simples. Os resultados obtidos mostram que um determinado tipo de solo inadequado para a produção de tijolos comprimidos, pode ser aproveitado, corrigindo-lhes a granulometria, a partir da mistura com outros tipos de solos, em quantidade adequada.

ABSTRACT

This paper presents the results of the study on mechanical stabilization in three soils in the State of Paraíba for making compressed earth bricks. It was used the soil from João Pessoa, with great concentration of clay, to correct granular sandy soils from Campina Grande and Areia. Characterization tests of the soils were made. The mechanical properties of bricks were measured to compressive strength. The results indicated that an inadequate type of soil for working compressed earth bricks can be utilized, since a correction of the grain-size is preceded, from the mixture with other kinds of soils, in the adequate measures.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado associado a falta de recursos financeiros colocam a questão da moradia como um dos problemas mais sérios que a humanidade enfrenta,

prevendo-se para entrada do novo milênio um déficit habitacional de 500 a 600 milhões de unidades.

Os recursos energéticos em processo de escassez, os materiais não renováveis que são desperdiçados, causando poluição permanente e a preocupação com a ecologia, vem fazendo com que o homem procure soluções mais viáveis sob ponto de vista tecnológico, considerando a redução dos custos do produto final e o aproveitamento racional dos recursos naturais. Desejam-se construções com pouco investimento financeiro e qualidade como ambiente saudável e higiênico, com diminuição do consumo de energia, redução da poluição ambiental e preservação dos recursos naturais.

Como os produtos industrializados são mais caros, com alto consumo de energia e requerem processos centralizados, os materiais não convencionais, que são abundantemente ofertados pela natureza e podem gerar tecnologias apropriadas, tem despertado o interesse dos pesquisadores, que vêm estudando, o desenvolvimento e resgate dos materiais e técnicas que favoreçam à diminuição da falta de moradia, sobretudo em países em desenvolvimento. Entre estes materiais destaca-se a terra. Na França, a Ecole d'Architecture de Grenoble já oferece um curso de mestrado em Arquitetura da Terra. Ligado a essa escola, há mais de uma década foi criado o Centro Internacional da Construção com Terra (CRATerre), que dispõe de acervo bibliográfico sobre a terra crua e procura difundir seu emprego por todos os continentes (Houban e Guillaud, 1989; Dethier 1993).

E no Brasil, foi criado em 1996 a Associação Brasileira de Técnicas e Materiais não Convencionais, idéia do prof. K. Ghavami da PUC-Rio. Na Universidade Federal da Paraíba, os materiais não convencionais, como a terra crua que está sendo estudada sob forma de tijolos prensados e de adobes (Sousa, 1993, 1996; Barbosa e Mattone, 1996) e de painéis de paredes de tijolos comprimidos (Sousa, Magalhães e Barbosa, 1996). A experiência de implantação da tecnologia construtiva de tijolos prensados de terra crua, que teve grande aceitação por parte da comunidade carente no Estado da Paraíba tem mostrado a viabilidade do uso deste material (Barbosa, 1996). Este artigo apresenta os resultados da estabilização granulométrica de dois solos, Campina Grande e Areia, corrigidos granulometricamente, mediante a mistura com o solo de João Pessoa, que forneceu àqueles solos a coesão necessária para emprego na confecção de tijolos prensados de terra crua.

2. MATERIAIS E METODOLOGIA

2.1. Materiais

Os solos usados foram de três localidades do Estado da Paraíba: João Pessoa, Areia e Campina Grande.

Utilizou-se a água potável do sistema de abastecimento de água fornecida pela CAGEPA.

2.2. Equipamentos de ensaio dos tijolos

Nos ensaios de resistência à compressão simples usou-se a prensa à motor Pavitest fabricado pela Contenco Ltda., com velocidade de ensaio de 0,021 mm/s. E na

moldagem dos tijolos utilizou-se uma prensa manual do extinto BNH (Banco Nacional da Habitação) que permite a fabricação simultânea de três unidades.

2.3 . Metodologia

2.3.1 . Solos

Para a caracterização dos solos no estado natural e da associação de solos foram executados os ensaios indicados na Tabela 2.1, de acordo com a norma especificada:

Tabela 2.1 - Ensaios de Caracterização dos Solos

ENSAIO	NORMAS
Granulometria por peneiramento e sedimentação	ABNT (NBR-7181)
Limites de Atterberg: - Limite de liquidez	ABNT (NBR-6459)
- Limite de plasticidade	ABNT (NBR-7180)
Massa específica dos grãos	ABNT (NBR-6508)

2.3.2 . Tijolos confeccionados com solos estabilizados granulometricamente

Para a confecção de tijolos, o material foi homogeneizado por um misturador elétrico. A quantidade de 2,5 Kgf foi a necessária para se produzir um tijolo com a dimensão de (23x10x4,5) cm após prensagem. Um pouco de material que era expulso durante a prensagem pelas frestas da parte superior da prensa, era reaproveitado para a confecção de novos tijolos. Depois de seco ao ar, o tijolo ficava com peso da ordem de 1,5 a 1,9 Kgf.

As percentagens de solos utilizadas na associação foram obtidas através de tentativas, de modo que, a composição final apresentasse resistência às cargas de compressão e à abrasividade. Escolheram-se para estudo as percentagens de 20, 30 e 40% do solo de João Pessoa nas misturas com o solo de Areia e Campina Grande.

O ensaio executado nos tijolos foi o de resistência à compressão simples. Neste ensaio o tijolo foi dividido em dois pedaços que eram unidos (estando as superfícies cortadas invertidas) e capeados para regularização da superfície de modo que as cargas ficassem uniformemente distribuída no momento da execução do ensaio. Os tijolos foram unidos e capeados com nata de cimento de espessura de 2 mm.

Antes do ensaio, os tijolos eram medidos, fazendo-se quatro determinações tanto de sua altura quanto de seus lados, obtendo-se a altura e a área da seção onde a carga seria aplicada. O instrumento utilizado nas medições foi o paquímetro com precisão de 0,01 mm. O ensaio de resistência à compressão simples foi feito conforme a Figura 1. A placa de teflon e o neopreme têm o objetivo de reduzir o atrito entre a chapa de distribuição de carga e as faces do tijolo. A umidade de moldagem (A/S) foi obtida de acordo com a trabalhabilidade no momento de moldagem da mistura.

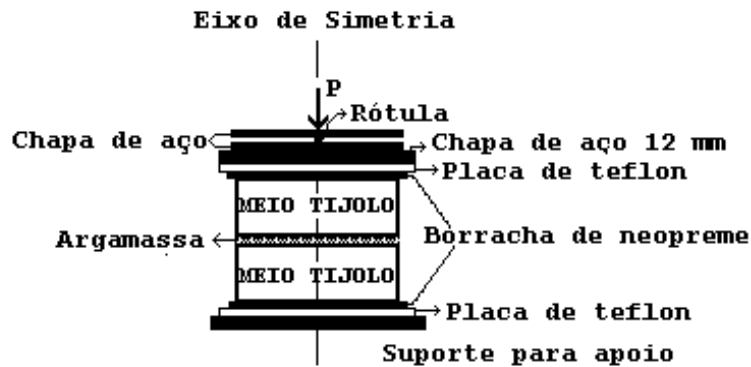


Figura 1 - Tijolo preparado para o ensaio de resistência à compressão simples.

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Foram feitas misturas dos solos de Campina Grande e Areia com diferentes percentagens do solo de João Pessoa. Os ensaios de caracterização destas misturas estão indicadas na tabela 3.1.

Pode-se observar na tabela 3.1 que a utilização do solo de João Pessoa conduz a um aumento na percentagem de finos (silte + argila) dos solos de Areia e de Campina Grande, que promove a coesão necessária para a moldagem do solo quando empregados na confecção de tijolos comprimidos.

Nota-se na tabela 3.1 que os valores dos limites de Atterberg para os solos de Areia e Campina Grande não sofreram alteração, mesmo quando misturados com solo de João Pessoa, por serem àqueles solos muito arenosos.

Observa-se nas figuras 2 e 3 que houve um levantamento gradativo das curvas dos solos arenosos, a medida que se adicionava uma maior percentagem do solo de João Pessoa a mistura, indicando uma adição da fração mais fina (argila + silte) aos solos de Areia e de Campina Grande.

Embora os solos arenosos estudados tenham a sua coesão e plasticidade aumentados com a mistura do solo de João Pessoa, tornando-os moldáveis para a fabricação de tijolos. Àqueles solos necessitam da mistura com outro tipo de solo que possua maior quantidade de finos (silte + argila) para melhor se enquadrarem na curva granulométrica ideal usada na confecção de tijolos comprimidos, que segundo a classificação da ABNT, deverá possuir aproximadamente 60% de areia, 20% de silte e 20% de argila.

Nota-se na tabela 3.2 que os valores de resistência à compressão simples para mistura com o solo de Areia foram superiores aos da mistura com o solo de Campina Grande aos 07 dias. Porém, para o solo de Campina de Grande houve uma aumento valores de resistência, aos 28 dias, para todas as misturas.

Não foi possível observar a resistência à compressão dos tijolos confeccionados com os solos de Areia e de Campina Grande no seu estado natural por falta de coesão destes solos arenosos, que ao serem manuseados se esfarelavam, necessitando de reforço com aditivos ou a partir da estabilização com outros tipos de solos.

3.1 - Características dos solos corrigidos granulometricamente.

Granulometria-ABNT (%)	Solos sem mistura			Campina Grande % + João Pessoa%			Areia % + João Pessoa%		
	João	Campina	Areia	80%	70%	60%	80%	70%	60%
	Pessoa	Grande		+ 20%	+ 30%	+ 40%	+ 20%	+ 30%	+ 40%
Pedregulho (acima de 4,8 mm)	0,60	0,40	0,10	0,20	0,10	0,20	0,10	0,00	0,10
Areia grossa (4,8 a 0,84 mm)	6,94	13,60	23,90	12,30	8,90	7,80	19,40	17,50	14,90
Areia média (0,84 a 0,25 mm)	26,00	30,00	40,00	35,50	35,50	34,00	38,00	37,00	35,00
Areia fina (0,25 a 0,05 mm)	22,00	40,50	28,50	34,00	33,50	34,00	25,00	24,50	27,50
TOTAL DE AREIA	54,94	84,10	91,90	81,80	79,90	75,80	82,40	79,00	77,40
Silte	10,50	9,10	4,00	7,60	9,20	6,50	6,50	6,00	5,30
Argila	34,50	5,80	4,00	10,40	12,80	17,50	11,00	15,00	17,20
Silte + argila	45,00	15,50	8,00	18,00	22,00	24,00	17,50	21,00	22,50
Massa específica dos grãos g/cm ³	2,667	2,637	2,635	2,643	2,667	2,663	2,635	2,649	2,648
LIMITES DE ATTERBERG									
Limite de Liquidez -LL (%)	30,40	-	-	-	-	-	-	-	-
Limite de Plasticidade -LP (%)	18,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Índice de Plasticidade -IP (%)	12,40	-	-	-	-	-	-	-	-

GRANULOMETRIA

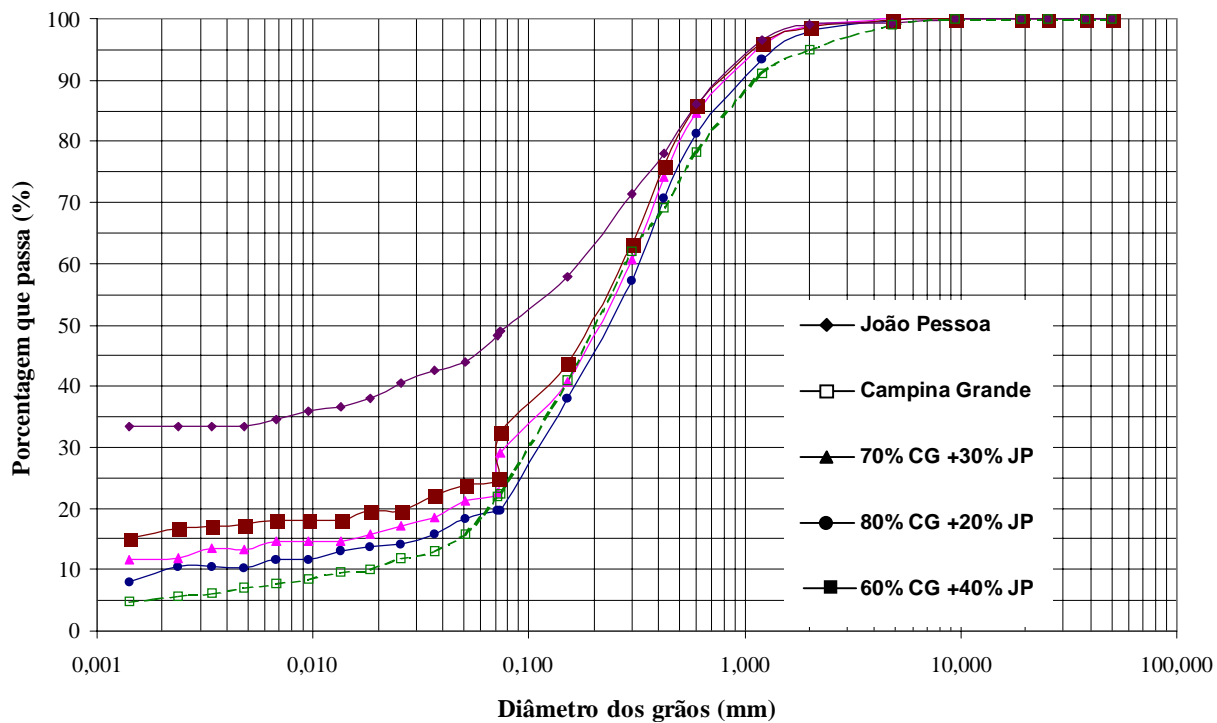


Figura 2: Curvas granulométricas do solo de Campina Grande com solo de João Pessoa
CG (solo de Campina Grande) e JP (solo de João Pessoa)

GRANULOMETRIA

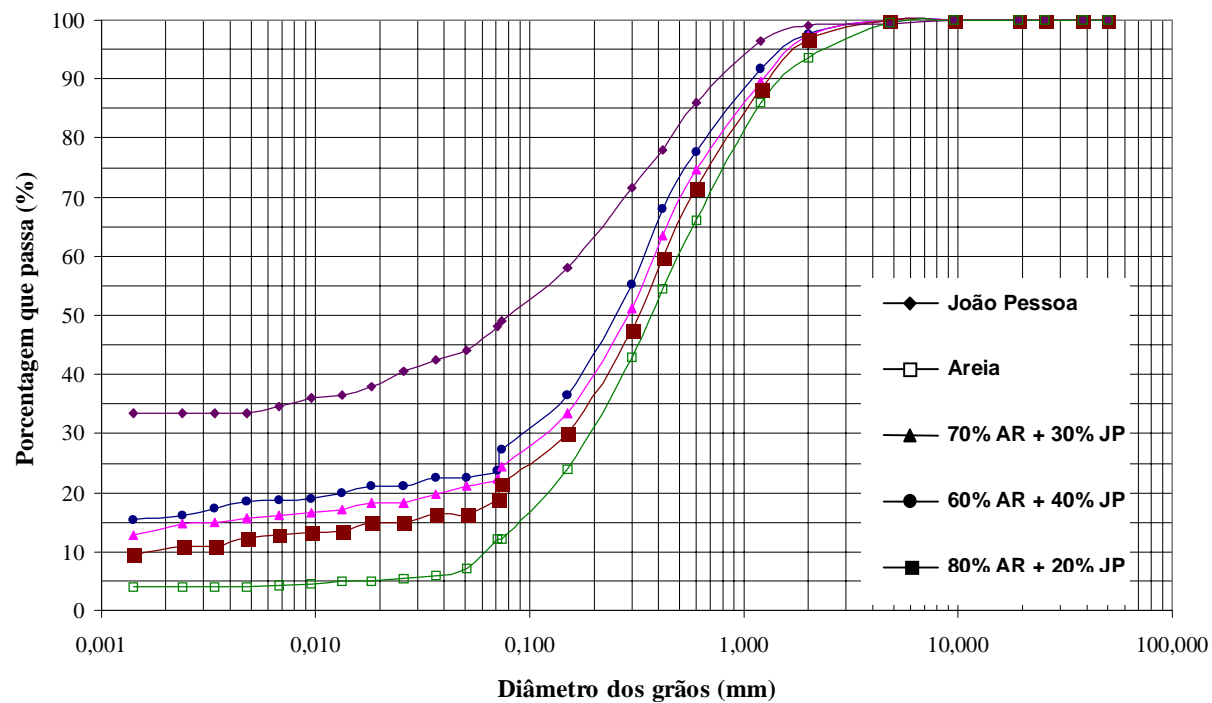


Figura 3: Curvas granulométricas do solo de Areia com solo de João Pessoa. AR (solo de Areia) e JP (solo de João Pessoa)

Tabela 3.2 - Resultados de Resistência à Compressão Simples

Tijolo	Resistência à Compressão Simples (MPa) - Cv (%)	
	Cura ao ar	
Mistura de Solos	07 D - Cv*	28 D - Cv*
João Pessoa	1,35 - 4,10	1,43 - 8,00
Campina Grande	-	-
Areia	-	-
C. Grande 80% + João Pessoa 20% - (A/S) = 14%	0,41 - 10,42	1,11 - 9,00
C. Grande 70% + João Pessoa 30% - (A/S) = 14%	0,89 - 9,52	1,19 - 2,50
C. Grande 60% + João Pessoa 40% - (A/S) = 14%	1,31 - 3,10	1,34 - 6,70
Areia 80% + João Pessoa 20% - (A/S) = 14%	1,12 - 1,58	1,39 - 4,28
Areia 70% + João Pessoa 30% - (A/S) = 14%	1,07 - 8,60	0,96 - 7,20
Areia 60% + João Pessoa 40% - (A/S) = 14%	0,97 - 4,92	1,09 - 7,47

* Coeficiente de variação - Cv

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terra crua apresenta grande potencial a ser explorado na minimização do problema da habitação em todo o mundo. Além de ser uma alternativa não poluente, de baixo consumo energético e de grande conforto térmico para a construção de casas populares.

O conhecimento sobre o material terra é imprescindível para que seu uso seja feito adequadamente, caso contrário, corre-se o risco de se perder o esforço para o resgate desta técnica.

A terra crua permite gerar uma tecnologia apropriada para as populações carentes que não tem acesso aos materiais convencionais, sendo necessário o acompanhamento periódico.

Os tijolos prensados mesmo sem uso de aditivos apresentam uma melhor aspecto em relação as casas de taipa.

Os solos mais arenosos que normalmente não seriam capazes de produzir tijolos prensados, podem fazê-los, quando adicionados a outros solos com maior percentagem de finos, dando-lhes a coesão necessária.

É necessário o uso de estabilizantes químicos como a cal e o cimento para os tijolos empregados nas paredes externas, que estarão sujeitas à ação da água. Mas os tijolos prensados sem aditivos funcionam perfeitamente, quando as paredes são adequadamente revestidas com argamassas confeccionadas com uma pequena percentagem de cimento ou cal.

Pode-se fazer o uso destes tijolos, em alvenarias internas de vedação, protegidas da ação das chuvas, sem adicionar estabilizantes que quase sempre tem custos inacessíveis para as populações pobres.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, N.P; Sousa, S.M. e MATTONE, R. **Um Método Construtivo de Casas Populares com Tijolos Prensados de Terra Crua Estabilizados com cimento** Quarto Congresso Brasileiro do Cimento, ABCP, São Paulo, vol. 3, nov. 1996, p. 263-276.
- BARBOSA, N.P e MATTONE, R. **Estudos sobre Tijolos de Terra Crua Desenvolvidas na Universidade Federal da Paraíba e Politécnico di Torino.** Anais do II Congresso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora, maio, 1996.
- BARBOSA, N.P **Construção com Terra Crua do Material à Estrutura.** Monografia para Professor Titular da área de Estruturas do departamento de Tecnologia da Construção Civil da UFPB, João Pessoa, agosto, 1996
- DETHIER, J. **Arquitetura da Terra.** Lisboa: Ed. Fundação Claust Gulbenkian, Portugal, 1993.
- HOUBAN, H., GUILLAUD, H. **Traité de Construction en Terre.** Marsseille: Edition Paranthèses, França, 1989.
- SOUSA, S.M.T. **Tijolos de Terra Crua Reforçada com Fibras Vegetais.** Campina Grande: UFPB, 1993. 157p. Tese de Mestrado em Engenharia Civil - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, 1993.
- SOUSA, S. M. T. **Construções com Terra: Adobes, Bloco Prensados e Lajes de Terra-Bambú.** Campina Grande: DEC/CCT/UFPB. Relatório Parcial DCR-CNPq, Fevereiro, 1996.

6 - AGRADECIMENTOS

Os autores deste artigo agradecem ao prof. Homero Jorge Matos de Carvalho pelo apoio e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.