



## POTENCIAL DO SOLO DE JUAZEIRO DO NORTE PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS PENSADOS DE TERRA CRUA

Soenia Marques Timoteo de Sousa<sup>1</sup>, Normando Perazzo Barbosa<sup>2</sup>, Khosrow Ghavami<sup>3</sup>, Cícero Irlando S. Freitas<sup>4</sup> e João Dellonx Sousa Regis<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Juazeiro do Norte, CE, Brasil  
Tel: (55 83) 3045 2858 soenia.marques@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil  
Tel: (55 83) 3216 7310 nperazzo@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Depto. Engenharia Civil, PUC – Rio de Janeiro, tel. (21) 2294-8167, ghavami@civ.puc.rio.br

<sup>4</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Juazeiro do Norte. Tel: (55 83) 9143 7720

<sup>5</sup> Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil  
Tel: (55 83) 3225 1812 joadellonx@hotmail.com

**Palavras-chave:** terra crua, estabilização de solos, blocos pensados

### RESUMO

O solo de Juazeiro do Norte, localizado na Região do Cariri, no Estado do Ceará, apresenta características peculiares em relação aos encontrados em todo o Brasil e possui potencial para ser usado na produção de blocos pensados de terra crua. E pode se constituir numa alternativa para diminuir o grande déficit habitacional do país, além de não poluir o meio ambiente e ser acessível às populações carentes. Para conhecimento deste solo, realizou-se a sua caracterização. Posteriormente, determinaram-se as propriedades mecânicas dos blocos através dos ensaios de resistência a compressão simples e a tração indireta. O comportamento dos blocos frente à água foi investigado pelo ensaio de absorção. A durabilidade e a variação dimensional dos blocos foram estudadas. Os resultados obtidos mostraram que o solo apresenta características granulométricas, resistência mecânica e durabilidade favoráveis a confecção de blocos pensados, sendo uma alternativa viável, sob os pontos de vista técnico, econômico e ecológico, levando à redução dos custos do produto final e o aproveitamento racional dos recursos naturais e humanos.

### 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 um déficit habitacional de 500 a 600 milhões de unidades para os próximos anos.

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 a 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 oferece um curso de mestrado em Arquitetura da Terra. Ligado a essa escola, 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 foi 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 blocos 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). No CEFET-Ceará Uned/Juazeiro do Norte, foi realizada a pesquisa com blocos prensados com terra crua (Sousa, 2003).

A difusão da técnica da construção com terra através de projetos comunitários é de grande importância para as populações pobres que teriam uma ocupação e uma oportunidade de mostrar até a si próprias que são capazes de produzir algo de concreto e de qualidade, sendo dado a estas comunidades o acompanhamento técnico periódico necessário. Portanto, o conhecimento sobre o material terra é imprescindível para que seu uso seja feito adequadamente, evitando desta forma, que o esforço para o resgate desta técnica se perca.

Este artigo apresenta o estudo de caracterização do solo de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, para uso na confecção de blocos prensados de terra crua e o estudo das propriedades mecânicas dos blocos para se verificar a sua viabilidade de utilização em construções de baixo custo em comunidades carentes.

## 2. MATERIAIS E METODOLOGIA

### 2.1. Materiais

O material usado foi o solo de Juazeiro do Norte, do Estado do Ceará. Como estabilizantes foram utilizados: cimento CPII-Z 32 fabricado pela ITAPUI, na cidade de Barbalha-CE e a cal calcítica, fabricada na cidade de Limoeiro do Norte-CE. Utilizou-se a água potável do sistema de abastecimento de água fornecida pela CAGECE – Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Estado do Ceará.

### 2.2. Equipamentos de ensaio dos blocos e corpos-de-prova

Nos ensaios de resistência à compressão simples usou-se a prensa hidráulica da EMIC com velocidade de ensaio de 0,8 kN/s a 6,5 kN/s, esta era controlada pelo operador do equipamento.

Utilizou-se na moldagem dos blocos a prensa manual comercializada pela Sahara, tipo modular 12,5x25, que produz um bloco por vez e, com três operadores bem treinados, pode atingir a média de 500 a 1000 de tijolos diários. A prensa pesa 150 kg e é de fácil manuseio. Os blocos apresentam as seguintes dimensões: 12,5 cm de largura, 25 cm de comprimento, 6,25 cm de espessura e furos internos de 6,66 cm. São necessários 58 blocos assentados com um leve filete de argamassa de solo-cimento para se confeccionar 1 m<sup>2</sup> de parede.

### 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 1, de acordo com a norma especificada:

**Tabela 1** – Ensaio de caracterização dos solos

ENSAIO	NORMAS
Granulometria por peneiramento e sedimentação	ABNT (NBR-7181)/1984
Limites de Atterberg: - Limite de liquidez	ABNT (NBR-6459)/1984
- Limite de plasticidade	ABNT (NBR-7180)/1984
Massa específica dos grãos	ABNT (NBR-6508)/1984

**2.3.2. Blocos**

**2.3.2.1. Ensaio de resistência à tração indireta**

Utilizou-se o ensaio de tração por compressão transversal, que é relativamente simples e consiste na aplicação de carga distribuída transversalmente no centro do bloco. Para melhor distribuir as cargas foi colocada uma chapa de aço com espessura de 2 mm como ilustra o esquema da figura 1(A). O ensaio foi executado na prensa hidráulica da EMIC, conforme figura 1(B).

Os blocos ao se romperem eram divididos em duas partes iguais, que posteriormente eram aproveitados na execução do ensaio de resistência à compressão simples. Com o mesmo bloco, fizeram-se os dois ensaios obtendo-se, assim, a correspondência entre as duas resistências de tração e compressão.

Os blocos passaram pelo processo de cura úmida por aspersão de água e posteriormente os espécimes eram cobertos com lona plástica, durante um período de 7, 28, 60 e 90 dias.

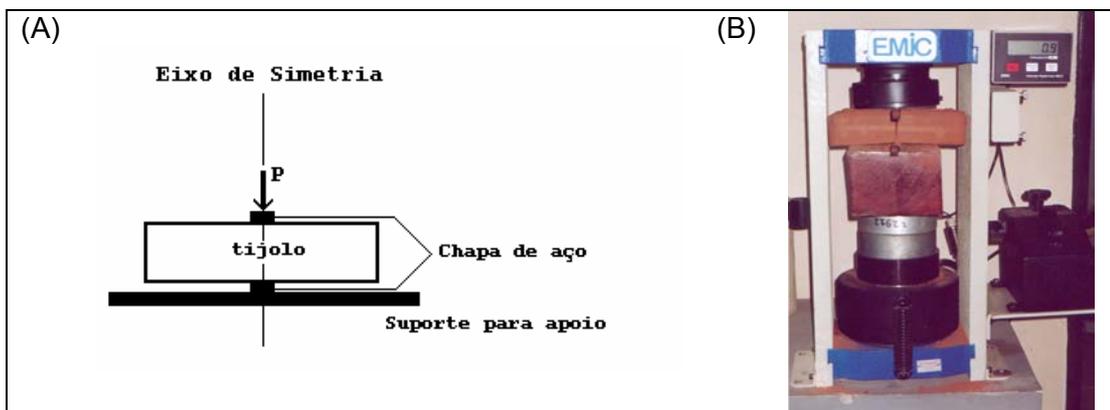


Figura 1 – (A) Esquema do ensaio de resistência a tração e (B) realização do ensaio

A tensão de ruptura ( $\sigma$ ) foi obtida como proposta em Olivier et alli (1995), pela expressão (1)

$$\sigma = 2F/\pi.b.t \dots\dots\dots(1)$$

Onde: F = Força de ruptura  
 b = espessura do bloco  
 t = largura do bloco

**2.3.2.2. Ensaio de resistência à compressão simples**

Para este ensaio aproveitou-se o bloco utilizado no ensaio à tração. As duas partes de cada bloco rompido à tração eram unidas (estando as superfícies cortadas invertidas) e capeados para regularização da superfície de modo que as cargas ficassem uniformemente distribuída

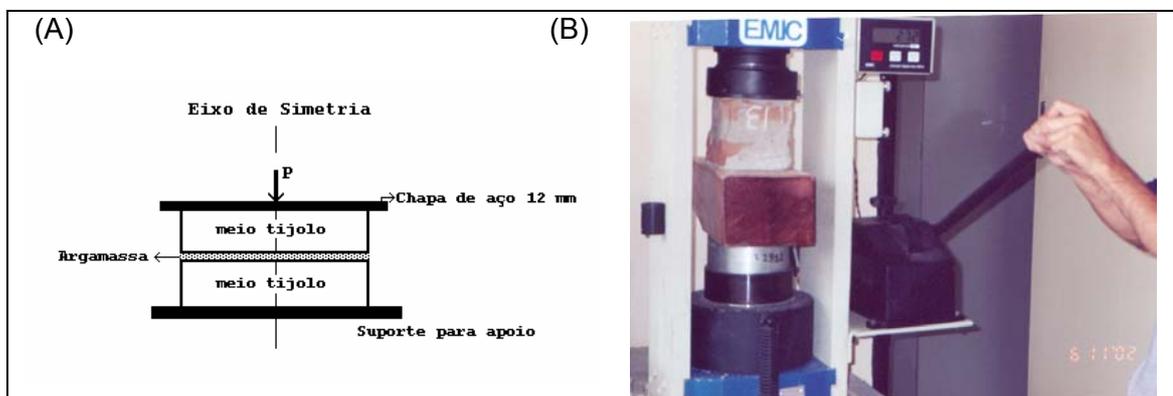


Figura 2 – (A) Esquema do preparo do bloco para o ensaio de resistência à compressão simples e (B) Execução do ensaio

no momento da execução do ensaio a compressão. Os blocos foram colados com pasta de cimento de espessura de 2 mm, posteriormente foi feito o capeamento com o mesmo material até que o bloco ficasse nivelado. Antes do ensaio, os blocos eram medidos, obtendo-se a altura e a área da seção onde a carga seria aplicada. Para as medições utilizou-se o paquímetro com precisão de 0,01 mm. O esquema do ensaio de resistência está ilustrado na figura 2 (A) e pode ser visto na figura 2 (B).

### 2.3.2.3. Absorção por imersão

Nos blocos em que se usaram aditivos foram feitos testes de absorção de água, de acordo com a ABNT (NBR-8492/1984). Os blocos ficaram curando durante o período 7, 28, 60 e 90 dias. Os blocos estabilizados com cal e cimento foram mantidos úmidos durante todo o processo de cura, utilizou-se lona plástica para reter a água de evaporação dos blocos. O ensaio de absorção consistiu em secar os blocos em estufa a 105°C, até consistência de massa; em seguida os blocos foram imersos em um recipiente com água durante 24 horas. Após este período, os blocos eram tirados, enxutos superficialmente com um pano úmido e pesados. Para a determinação da absorção utilizou-se a seguinte fórmula (2):

$$\text{Absorção (\%)} = \frac{Mh - Ms}{Ms} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Onde: Mh = Massa do bloco úmido  
Ms = Massa do bloco seco

### 2.3.2.4. Variação dimensional

Com objetivo de verificar as ocorrências de variações significativas nas dimensões dos blocos durante o processo de secagem foram feitas medições nos blocos. As leituras foram realizadas após 7, 28, 60 e 90 dias.

Tomou-se como referência o valor medido, no dia seguinte a fabricação do bloco, quando o mesmo oferecia alguma resistência para ser manuseado. Foram realizadas três leituras nas direções do comprimento (C), Largura (L) e espessura (E) dos blocos. Os blocos eram marcados com giz no local, como na figura 3.



**Figura 3** – Blocos marcados com giz para medição de sua variação dimensional

As variações dimensionais foram calculadas pela fórmula (3):

$$\text{Variação dimensional} = [(Lo - Li)/Lo] \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Onde: Lo = Leitura inicial numa das três direções.  
Li = Leitura final na mesma direção.

### 2.3.2.5. Durabilidade

Adotou-se o método de ensaio proposto pela ABCP para o solo-cimento, Método SC-3 (ABCP,1977). Este corresponde aos ensaios de perda de massa devido a ciclos de molhagem e secagem. Utilizou-se o método A para os solos com mistura de cal (6%) e

mistura de cimento (6%). Para mistura com 10% de cimento foi usado o Método B, bem mais agressivo.

**Método A** – foram realizados 12 ciclos de 48 horas, sendo cada um deles com 5 horas de imersão em água, 43 horas de secagem em estufa a 105°C. Como no período de uma hora de resfriamento antes da pesagem, começava haver ganho de peso em consequência da absorção da umidade do ar pelos blocos, então eliminou-se este intervalo e a pesagem foi feita logo após a retirada do bloco da estufa. Após 12º ciclo foi feita a escovação do espécime e verificada a perda de peso do bloco após esta escovação.

**Método B** – com 12 ciclos de 48 horas e com escovação após cada ciclo.

As escovações foram feitas no menor espaço de tempo possível para que os blocos absorvessem apenas o mínimo de umidade do ar, uma vez que eles eram pesados antes e após cada escovação. Aplicaram-se escovações em movimento de vai-vem, cobrindo totalmente toda a área do espécime. Como se pode ver na figura 4.



**Figura 4** – Ensaio de durabilidade: escovação do bloco com escova de aço

Para o ensaio de durabilidade foram utilizados cinco blocos para cada mistura em estudo. A cura se deu no período de 7, 28, 60 e 90 dias tanto para a mistura com cal quanto para com cimento. Após a cura os blocos eram identificados com giz de cera, como medida de segurança, já que os blocos passariam por períodos de molhagem e secagem necessitando de identificações resistentes para evitar uma possível mistura entre eles.

Utilizou-se uma balança do tipo comum, de dois pratos, onde o tijolo ficava num dos pratos, e o peso de 1,50 kgf, equivalente a força correspondente à força de escovação, no outro prato.

### 3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

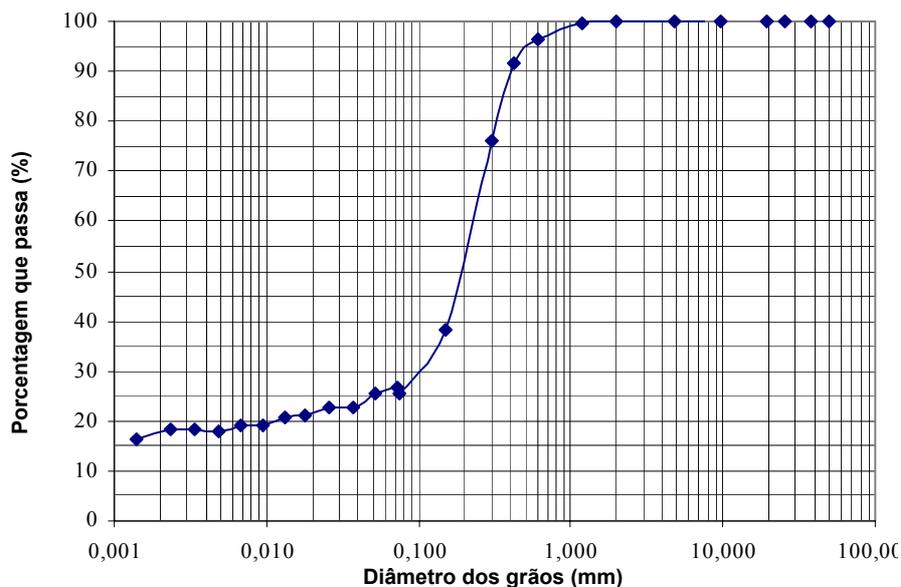
**Tabela 2** – Caracterização do solo de Juazeiro do Norte

<b>GRANULOMETRIA - ABNT</b>	
Pedregulho (acima de 4,8 mm)	0,1%
Areia grossa (4,8 a 0,84 mm)	2,9%
Areia média (0,84 a 0,25 mm)	32,0%
Areia fina (0,25 a 0,05 mm)	39,0%
<b>TOTAL DE AREIA</b>	<b>74,0%</b>
Silte	8,0%
Argila	18,0%
Silte + argila	26,0%
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
Limite de Liquidez	22,65%
Limite de Plasticidade	15,55%
Índice de Plasticidade	7,00%
<b>CLASSIFICAÇÃO H.R.B. – Areia argilo-siltosa</b>	
<b>COR – castanho avermelhado</b>	

Observa-se na tabela 2, que a quantidade de areia de 74,0% e uma quantidade de silte+argila de 26,0% que confere ao solo plasticidade para a modelagem dos blocos, porém este solo necessita de aditivos como cimento ou cal para garantir sua estabilidade em presença da água.

Ainda se pode verificar na tabela 2 que os valores obtidos de limite de liquidez  $LL = 22,65\%$  e limite de plasticidade  $LP = 15,55\%$  são valores considerados aceitos pelo CEPED (1999), que recomenda para solo-cimento  $LL \leq 45\%$  e  $LP = 18\%$ .

Na curva granulométrica da figura 5 pode-se observar que o solo é ideal para fabricação de blocos de terra crua não sendo necessária estabilização granulométrica.



**Figura 5** – Curva granulométrica do solo natural de Juazeiro do Norte

Verifica-se na tabela 3, que as misturas estabilizadas com o cimento produziram melhores resultados do que com o solo estabilizado com cal. Aos 28 dias de cura as misturas estabilizadas com 6% e 10% de cimento atingiram valores de 2,47 MPa e 4,00 MPa respectivamente. Observa-se que aos 60 dias de cura o solo com 6% de cimento atingiu o valor de 2,15 MPa e o solo com 10% de cimento atingiu o valor de 4,50 MPa, apresentando um ganho de resistência com o tempo. Estes valores são maiores do que os considerados para fabricação de blocos prensados de terra crua, podendo-se utilizar perfeitamente estas proporções na confecção de blocos.

Aos 90 dias ocorreu uma pequena queda de resistência para todos os tipos de mistura, mesmo assim os valores de 2,12 MPa para 6% de cimento e 3,86 MPa para 10% de cimento, continuam sempre superiores aos considerados na fabricação de blocos de terra crua, que está em torno de 1,7 a 2,0 MPa.

**Tabela 3** – Resultados do ensaio de Resistência a Compressão Simples dos tijolos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES (MPa)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	0,29	0,27	0,31	0,28
Solo + Cal (6%)	0,38	0,82	0,84	0,81
Solo + Cimento (6%)	1,33	2,47	2,15	2,12
Solo + Cimento (10%)	2,00	4,00	4,50	3,86

Observa-se na tabela 4 que os melhores resultados obtidos foram alcançados pelo solo estabilizado com o cimento nos teores de 6% e 10%. Verifica-se que para todas as misturas há um ganho de resistência a tração com o tempo de cura.

**Tabela 4** – Resultados do ensaio de Resistência a Tração Indireta dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO INDIRETA (MPa)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	0,21	0,22	0,23	0,25
Solo + Cal (6%)	0,26	0,40	0,37	0,46
Solo + Cimento (6%)	0,38	0,83	1,19	1,19
Solo + Cimento (10%)	0,63	1,08	1,89	2,00

Não se observa, na tabela 5, variações dimensionais consideráveis em nenhuma das, sendo os valores obtidos muito baixo, praticamente desprezíveis.

**Tabela 5** – Variação Dimensional dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	VARIACÃO DIMENSIONAL %											
	7 dias			28 dias			60 dias			90 dias		
	C	L	E	C	L	E	C	L	E	C	L	E
Solo Natural	0.4	0.3	0.8	0.6	0.2	0.2	0.4	0.2	0.5	0.2	0.4	0.7
Solo + Cal (6%)	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6
Solo + Cimento (6%)	2.2	0.1	0.4	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.6	0.1	0.2	0.5
Solo + Cimento (10%)	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1

C – comprimento, L – largura e E – espessura

Observa-se, na tabela 6, que os blocos confeccionados com o solo no estado natural não ofereceram nenhuma resistência a água, desmanchando-se completamente, em poucos segundos, quando posto em imersão. Observa-se que os resultados para os solos estabilizados não apresentaram grande variação atingindo o valor máximo de 13,91% para a mistura com 6% de cimento, 14,30% para a mistura com 6% de cal e 12,82% para mistura com 10% de cimento. Segundo Picci et al (1996), os blocos de terra podem atingir valores de absorção em torno de 20% a 26%, sendo estes valores superiores aos atingidos pelas misturas, indicando que estas podem ser utilizadas na fabricação de blocos prensados de terra crua.

**Tabela 6** – Resultados do ensaio de absorção dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	ABSORÇÃO (%)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	-	-	-	-
Solo + Cal (6%)	14,25	14,30	13,66	13,65
Solo + Cimento (6%)	12,67	13,36	13,91	13,49
Solo + Cimento (10%)	12,82	11,92	11,21	11,32

Verifica-se na tabela 07, que os blocos submetidos ao ensaio de durabilidade apresentaram uma perda de massa muito pequena para todas as misturas, o valor máximo atingido foi de 4,72% para a mistura com 6% de cal, sendo estes valores considerados aceitáveis para os blocos prensados de terra crua.

**Tabela 7** – Resultados do ensaio de durabilidade dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	DURABILIDADE – Método A por perda de massa (%)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	-	-	-	-
Solo + Cimento (6%)	2,66	2,83	2,79	2,62
Solo + Cal (6%)	2,57	2,91	2,63	4,72

Não foi possível executar os ensaios de durabilidade para os blocos no seu estado natural, pois não ofereciam nenhuma resistência à água, desmanchando-se logo em seguida após a colocação do bloco em imersão.

Para a mistura de solo com 10% de cimento usou-se o método B de ensaio de durabilidade muito mais agressivo do que o método A, pois os blocos eram escovados após cada ciclo. Os resultados são mostrados na tabela 8.

**Tabela 8** – Resultados do ensaio de durabilidade dos blocos confeccionados com o solo de Juazeiro do Norte

MISTURA	DURABILIDADE – Método B por perda de massa (%)			
	7 dias	28 dias	60 dias	90 dias
Solo Natural	-	-	-	-
Solo + Cimento (10%)	3,05	3,30	3,10	3,10

Conforme se pode observar na Tabela 8, o solo estabilizado com 10% de cimento apresentou praticamente a mesma ordem de grandeza em relação as outras misturas, sendo tão resistente a abrasão quanto àquelas, ainda que utilizando o método B, mais agressivo, com doze ciclos de molhagem e secagem, com escovação em cada ciclo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre o material terra é imprescindível para que seu uso seja feito de forma apropriada.

Os blocos prensados mesmo sem uso de aditivos apresentam um melhor aspecto em relação às casas de taipa.

Para pequenas construções, 6% de cimento numa terra adequada já conduz a um produto capaz de resistir à ação da água e aos carregamentos de serviço com grande folga, sendo economicamente viáveis.

É necessário o uso de estabilizantes químicos como a cal e o cimento para os blocos empregados nas paredes externas, que estarão sujeitas à ação da água. Mas os blocos 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 blocos, em alvenarias internas de vedação, protegidas da ação das chuvas, sem adicionar estabilizantes que quase sempre tem custos inacessíveis para as populações pobres.

Esse tipo de bloco prensado não precisa de revestimento e praticamente dispensa argamassa de assentamento.

A terra crua permite gerar uma tecnologia apropriada para populações excluídas do processo de desenvolvimento, sendo necessário, porém o acompanhamento técnico periódico.

#### BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Solo – Análise granulométrica, NBR 7181, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Solo – Determinação do limite de liquidez, NBR 6459, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Solo – Determinação do limite de plasticidade, NBR 7180, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica, NBR 6508, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água, NBR 8492, 1984.

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem – Método SC-3, 1977.

BARBOSA, N. P.; SOUSA, S. M.; MATTONE, R. Um método construtivo de casas populares com tijolos prensados de terra crua estabilizados com cimento. In: Quarto Congresso Brasileiro do Cimento, ABCP, São Paulo, vol. 3, nov. 1996, p. 263-276.

BARBOSA, N. P.; MATTONE, R. Estudos sobre tijolos de terra crua desenvolvidos 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.

CEPED – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. Manual de construção com solo-cimento. São Paulo: ABCP, 1984. 147 p.

DETHIER, J. Arquitetura da terra. Lisboa: Ed. Fundação Claustr Gulbenkian, Portugal, 1993.

HOUBAN, H., GUILLAUD, H. *Traité de Construction en Terre*. Marseille: Edition Paranthèses, França, 1989.

OLIVIER, M; EL GHARBI, Z; MESBAH A. - Proposition d'une norme d'essai pour les blocs de terre comprimés. Document provisoire de travail, Labor. Geomateriaux, ENTPE, janvier, 1995.

PICCI, F. A.; CINCOTTO, M. A.; BARROS, J. M. C. Tijolos de solo-cal. IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), São Paulo, 1996.

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, blocos prensados e lajes de terra-bambu. Campina Grande: DEC/CCT/UFPB. Relatório Parcial DCR-CNPq, fevereiro, 1996.

SOUSA, S. M. T.; MAGALHÃES, M. DA S.; BARBOSA, N. P. Experimentação de painéis de tijolos prensados de terra crua. In: Segundo Congresso de Engenharia Civil da UFJF, Juiz de Fora, Minas Gerais, maio, 1996.

SOUSA, S. M. T. Construções com terra crua: blocos de adobes e tijolos prensados. Juazeiro do Norte: CEFET/CE/Uned-JN. Relatório FUNCAP, 2003.

## AUTORES

Soenia Marques Timoteo de Sousa - Eng. Civil, Mestre em Engenharia Civil-UFCG, doutoranda em Engenharia Mecânica pela UFPB, professora do CEFET-CE, Brasil.

Normando Perazzo Barbosa - Eng. Civil, Doutor pela Universidade Pierre et Marie Curie, professor titular do Depto. de Engenharia Civil da UFPB, Brasil.

Khosrow Ghavami, Prof. Titular do Depto. Engenharia Civil, PUC – Rio, RJ.

Cícero Irlando S. Freitas - Técnico em Edificações, CEFET-CE, Juazeiro do Norte, CE.

João Dellonx Regis Barboza de Souza - Químico Industrial, mestrando em Engenharia Mecânica UFPB, Brasil.