

Potencial do Solo de Juazeiro do Norte Para Fabricação de Blocos Prensados de Terra Crua

Soenia Marques Timóteo de Sousa

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

soenia.marques@gmail.com

Sandro Marden Torres

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

sandromardentorres@yahoo.co.uk

Normando Perazzo Barbosa

nperazzob@yahoo.com.br

Khosrow Ghavami

Pontifícia Universidade Católica (PUC/RJ)

ghavami@civ.puc-rio.br

João Dellonx Régis Barboza de Souza

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

joaodrbs@ccta.ufcgedu.br

Resumo: Esta pesquisa visa estudar a possibilidade de usar o solo de Juazeiro do Norte, localizado na Região do Cariri, no Estado do Ceará, para a fabricação de tijolos de terra crua. Este solo apresenta características peculiares em relação aos encontrados em todo o Brasil e seu uso como material de construção pode se constituir numa alternativa para minimizar os problemas habitacionais locais, 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 à compressão simples e à tração indireta. O comportamento dos blocos frente à água foi investigado pelo ensaio de absorção. A durabilidade e a variação dimensional dos blocos também foram estudadas. Os resultados obtidos mostraram que o solo apresenta características granulométricas, resistência mecânica e durabilidades favoráveis à confecção de blocos prensados, 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.

Palavras-Chave: Terra crua, solos, blocos prensados.

Abstract: This research is related to the possibility of using local soil from of Juazeiro of Norte, in the Region of Cariri, Ceará State, Brazil. This soil has particular characteristic in relation to others Brazilian soils and its use as construction material could be an effective solution for the huge housing deficit in the country, with some advantages such as low-cost and ecological features. Characterization tests of the soil and mechanical properties through compressive strength and indirect tensile tests in the bricks were made. To check the behavior of the bricks against water, test of absorption, durability and also dimensional variation of the bricks were made. The results showed that the soil has good mechanical and durability properties, favorable to make compressed earth bricks. It represents a technical, economical and ecological alternative to reduce the construction cost and the rational use of the human and natural resources.

Keywords: earth bricks, soil, compressed blocs.

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. (MINKE, 1987).

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 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, idealizada pelo prof. K. Ghavami da PUC-Rio. Na Universidade Federal da Paraíba, os materiais não convencionais, como a terra crua foi estudado 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).

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 CII-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 com velocidade de ensaio de 0,8 kN/s a 6,5 kN/s, controlada pelo operador do equipamento.

Utilizou-se na moldagem dos blocos uma prensa manual que produz um bloco por vez, porém com três operadores bem treinados, pode-se atingir a média de 500 a 1000 de tijolos diários.

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 Tab. 1, de acordo com a norma especificada:

Tabela 1. Ensaio de caracterização dos solos.

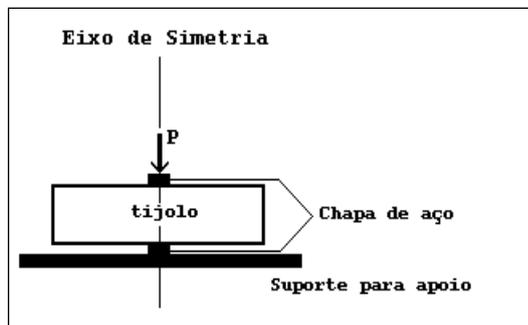
ENSAIO	NORMAS
Granulometria por peneiramento e sedimentação	ABNT (NBR-7181)/1984
LIMITES DE ATTERBERG	
Limite de liquidez	ABNT (NBR-6459)/1984
Limite de plasticidade	ABNT (NBR-7180)/1984
Massa específica dos grãos	ABNT (NBR-6508)/1984

2.3.2. Blocos

2.3.2.1. Ensaio de resistência a 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 Fig. 1(A). O ensaio foi executado na prensa hidráulica, conforme Fig. 1(B).

(A)



(B)



Figura 1 (A) Esquema do ensaio de resistência a tração e (B) Realização do ensaio.

A tensão de ruptura (σ) foi obtida como proposta em Olivier *et al.* (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 às

superfícies cortadas invertidas) e capeadas para regularização da superfície de modo que as cargas ficassem uniformemente distribuídas 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 Fig. 2 (A) e pode ser visto na Fig. 2 (B).

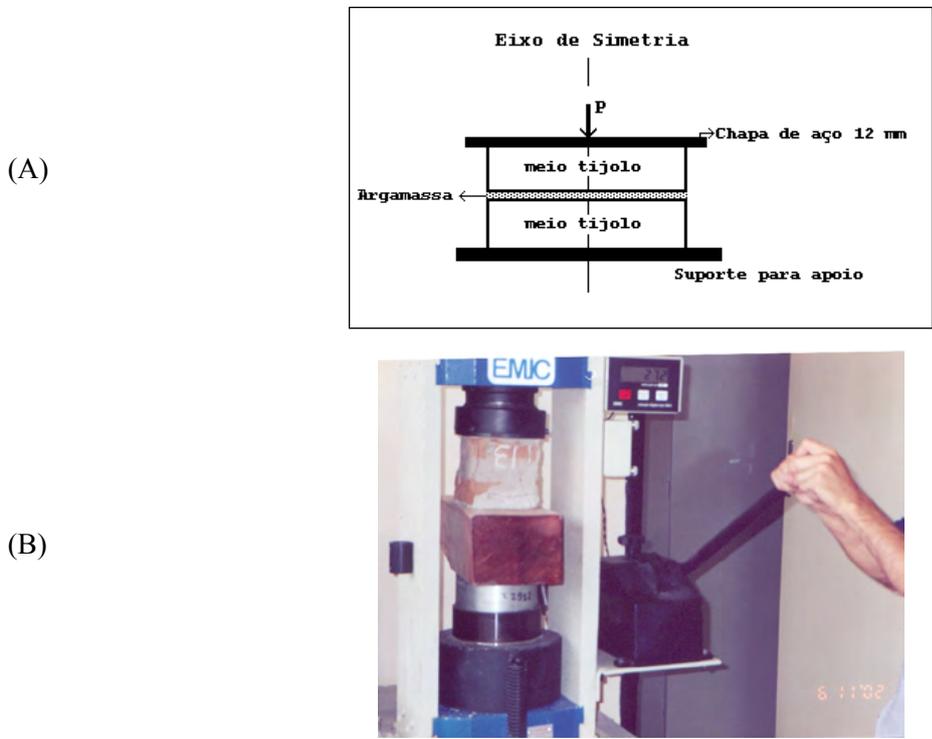


Figura 2. (A) Esquema do preparo do bloco para o ensaio de resistência à compressão simples e (B) Execução do ensaio.

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):

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

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 Fig. 3.



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

As variações dimensionais foram calculadas pela fórmula (3):

$$\text{Variação dimensional} = [(L_o - L_i) / L_o] \times 100 \quad (3)$$

Onde: L_o = Leitura inicial numa das três direções.

L_i = 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 Fig. 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. Resultados e discussão

Observa-se na Tab. 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.

Tabela 2. Caracterização do solo.

GRANULOMETRIA - ABNT	
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%
TOTAL DE AREIA	74,0%
Silte	8,0%
Argila	18,0%
Silte + argila	26,0%
LIMITES DE ATTERBERG	
Limite de Liquidez	22,65%
Limite de Plasticidade	15,55%
Índice de Plasticidade	7,00%
CLASSIF. H.R.B. – Areia argilo-siltosa	
COR – castanho avermelhado	

Ainda, podem-se verificar na Tab. 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 Fig. 5 pode-se observar que o solo de Juazeiro do Norte está quase que totalmente dentro da faixa recomendada, pelo CRATerra – EAG (Le Centre International de la Construction en Terre – Ecole d’Architecture de Grenoble), para fabricação de blocos de terra crua (Rigassi, 1995), não necessitando de uma estabilização granulométrica.

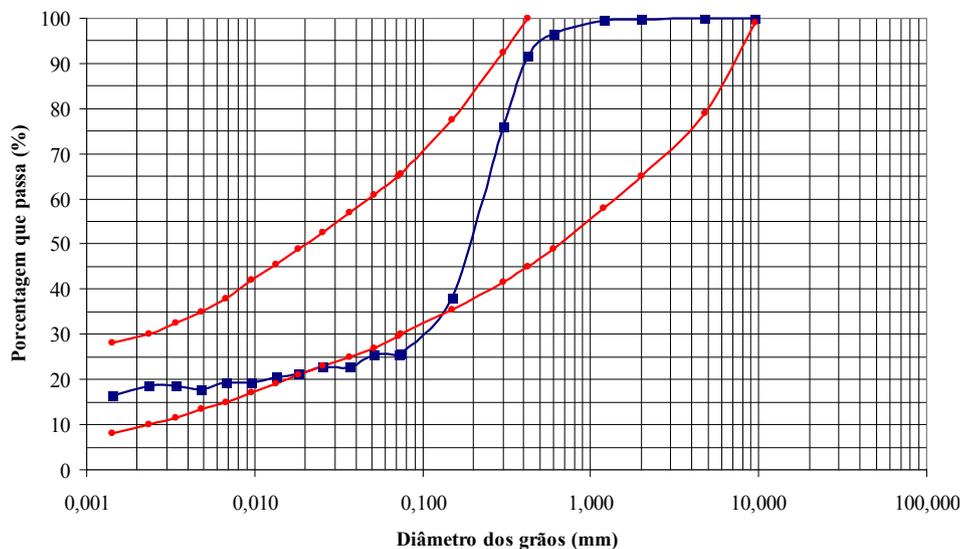


Figura 5. Curva granulométrica do solo.

Verifica-se na Tab. 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. Constatou-se que quanto maior o teor de cimento, maior a resistência do bloco.

Tabela 3. Resultados do ensaio de Resistência a Compressão Simples.

MISTURA	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES (MPa)			
	07 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

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.

Observa-se na Tab. 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.

MISTURA	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO INDIRETA (MPa)			
	07 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 Tab. 5, variações dimensionais consideráveis em nenhuma das, sendo os valores obtidos muito baixo, praticamente desprezíveis.

Tabela 5. Variação Dimensional dos blocos.

MISTURA	VARIACÃO DIMENSIONAL %											
	07 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-espessura.

Observa-se, na Tab. 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 ALLI,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. A norma NBR 8491 recomenda valores inferiores a 20%.

Tabela 6. Resultados do ensaio de absorção.

MISTURA	ABSORÇÃO (%)			
	07 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 Tab. 7, 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.

MISTURA	DURABILIDADE – Método A Por perda de massa (%)			
	07 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 Tab. 8.

Tabela 8. Resultados do ensaio de durabilidade.

MISTURA	DURABILIDADE – Método B por perda de massa (%)			
	07 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 Tab. 8, o solo estabilizado com 10% de cimento apresentou praticamente a mesma ordem de grandeza em relação às 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. Conclusões ou Considerações Finais

Este trabalho mostrou que com o solo de Juazeiro do Norte pode-se fazer blocos de terra crua de qualidade, com resistência adequada.

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 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.

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.

Projetos de comunitários são de grande valor 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 inegável a diferença de padrão das casas feitas com blocos prensados em relação às de taipa.

5. Referências bibliográficas

- ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas** - Ensaio de Granulometria por peneiramento e sedimentação, NBR – 7181, 1984.
- ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas** - Ensaio de limite de liquidez, NBR-6459, 1984.
- ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas** - Ensaio de limite de plasticidade, NBR -7180 1984.
- ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas** - Determinação da massa específica, NBR – 6508, 1984.
- ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas** - Absorção de água de tijolos não convencionais, NBR – 8492, 1984.
- ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas** – Tijolos maciços de solo-cimento, NBR – 8491,1984.
- ABCP – **Associação Brasileira de Cimento Portland** - Método SC-3,1977.
- 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
- CEPED (CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO) **Manual de Construção com Solo-cimento**. 116 p. Camaçari, Bahia, 1999.
- DETHIER, J. **Arquitetura da Terra**. Lisboa: Ed. Fundação Claut Gulbenkian, Portugal, 1993.
- HOUBAN, H., GUILLAUD, H. **Traité de Construction en Terre**. Marsseille: Edition Paranthèses, França, 1989.
- MINKE, G. – **Ecological Architecture: a Demand**. International Coference in Passive and Low Energy Architecture in Housing – Pécs, Hungary, Vol. II, pp 1-15, September, 1987.
- 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.
- RIGASSI, Vincent – **Blocs de Terre Comprimée**. Manuel de Production. Vol. 1. CRATerre – EAG, Grenoble, France, 1995.
- 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.

SOUSA, S.M.T., MAGALHÃES, M. DA S.,
BARBOSA, N. P. - **Experimentação de Painéis
de Tijolos Prensados de Terra Crua** - Segundo
Congresso de Engenharia Civil da UFJF, Juiz de
Fora, Minas Gerais, maio, 1996.