

CONSTRUÇÃO COM TERRA CRUA

Normando Barbosa (1); Roberto Mattone (2)

- (1) Professor Titular Doutor, Departamento de Tecnologia da Construção Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba nperazzo@lsr.ct.ufpb.br
(2) Professor da Falcoltá di Architettura, Politécnico di Torino mattone@archi.polito.it

PALAVRAS-CHAVES: Construção com terra crua, Construção sustentável
KEY-WORDS: Earth construction, Sustainability

RESUMO

O emprego de produtos que envolvam baixo consumo de energia no seu processo de obtenção, gerem menor quantidade de rejeitos e apresentem baixa emissão de poluentes é de interesse para toda a humanidade. Este trabalho trata de dar algumas informações sobre tijolos de terra crua e mostra o enorme potencial que eles representam no campo da construção sustentável. Mostra-se o processo de otimização de blocos e os ensaios de controle de qualidade. Apresenta-se um tipo de tijolo prensado com saliências, idealizado pelo Prof. R. Mattone, do Politecnico di Torino, Itália, que exige apenas cerca de 3 mm de argamassa e dispensa revestimento. Também é indicado um método construtivo para casas populares utilizando esse tipo de tijolo, concluindo-se com um exemplo de aplicação prática.

1. INTRODUÇÃO

A arte de construir é uma atividade relativamente recente na história da humanidade [1]. De fato, o homem já era capaz de fazer jóias, pinturas, artefatos de caça e pesca, quando há cerca de 10 mil anos, com o advento da agricultura, sentiu necessidade de construir suas moradas para aguardar suas colheitas, o que deu origem às primeiras cidades.

Evidentemente, os primeiros materiais de construção utilizados foram aqueles ofertados pela natureza (Figura 1), como pedra, palha, galhos e troncos de árvores e, sem dúvida, a terra. Com esses materiais o Homem foi capaz de produzir belíssimas obras de engenharia, como são testemunhos as magníficas pirâmides e tantos outros monumentos egípcios, gregos e persas. Os romanos, misturando cal e cinzas vulcânicas, criaram o chamado cimento romano, resistente à ação da água e com seu auxílio construíram obras que desafiam não às décadas, não aos séculos, mas aos milênios! O Pantheon, templo dedicado aos deuses, com quase dois mil anos, reina ainda majestoso no centro de Roma com sua cúpula espetacular de mais de 40 metros de diâmetro.

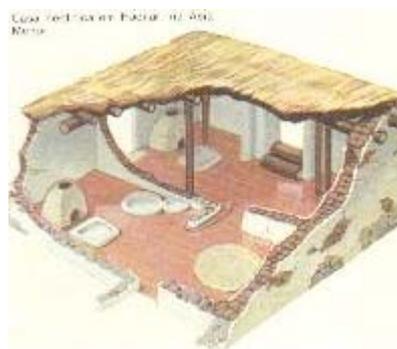


Figura 1 – Casa dos primórdios da humanidade (de [2])

Com o surgimento dos materiais de construção industrializados, pouco a pouco foram-se perdendo, principalmente nos países ocidentais, as tecnologias que faziam bom uso dos materiais tradicionais. Assim eles foram dando lugar aos materiais modernos cujo consumo é incentivado pela maciça propaganda. A associação dos materiais modernos com os tradicionais pode ser feita em benefício de todos. Os tijolos de terra crua estabilizados com cimento, são um exemplo. Pode-se citar como vantagens desse material:

- disponibilidade;
- propriedades térmicas superiores;
- sendo poroso, controla melhor a umidade do ambiente;
- geração mínima de poluição e baixo consumo energético no seu processo de fabricação;
- facilidade de gerar tecnologias apropriadas.

Além disso, a difusão do emprego dos blocos de concreto de terra contribuiria para redução do grave problema da desertificação que se verifica no Nordeste Brasileiro, pois a grande maioria da indústria de tijolos cerâmicos emprega a vegetação local como combustível (Figura 2).

No Brasil, grande parte da construção com terra ainda existente é um exemplo de tecnologia perdida. Antigamente, construções dos senhores de engenho eram feitas de terra e apresentavam excelente aspecto e desempenho. Hoje, o material foi relegado à condição de “material de pobre”, porque dele não se faz o uso correto, resultando em produtos de má qualidade e de péssimo aspecto estético (Figura 3).



Figura 2 – Problemas ecológicos no Nordeste Brasileiro.



Figura 3– Casa de taipa no Nordeste Brasileiro: exemplo de uma tecnologia perdida.

Nas fissuras existentes nas paredes das casas de terra sem tecnologia abrigam-se roedores e insetos que condenam seus habitantes, já debilitados por falta de alimentação adequada, a uma vida de doenças. Nas cidades do sertão nordestino, um dos insetos que vivem nessas casas é o conhecido barbeiro, causador do terrível mal de Chagas que afeta cerca de 24 milhões de pessoas no continente latino-americano [4].

No entanto, como mostra a Figura 4, com a terra aplicada com uma correta tecnologia podem ser feitas construções de qualidade. Tal fato justifica que esse material passe a ser estudado como acontece com os diferentes tipos de concreto.



Figura 4 – Construção com tijolos prensados de terra crua estabilizada com cimento.

2. CONSIDERAÇÕES SOBRE TIJOLOS DE TERRA

Pode-se dizer que os tijolos prensados de terra crua são uma forma “moderna” de uso da terra como material de construção. Isto porque a terra, material milenar, só passou a ser utilizada na forma comprimida por equipamentos na década de 50, quando o pesquisador Colombiano G. Ramires, teve a idéia de criar uma prensa manual para fabricação de tijolos. Esta ficou mundialmente conhecida como prensa CINVA-RAM (Figura 5), sendo o primeiro nome o do organismo de habitação popular do Chile onde Ramires trabalhava.

No Brasil, a Associação Brasileira de Cimento Portland realizou muitos trabalhos com o que se chamou solo-cimento. Foi inclusive desenvolvida uma prensa para fabricação de *tijolos de solo-cimento* (Figura 6) com apoio do Banco Nacional de Habitação. No entanto, nesse processo, o equipamento, moldando três tijolos ao mesmo tempo, não consegue dar uma pressão conveniente à terra. Assim, para se obterem resistências adequadas, usam-se taxas de cimento de 8, 10, 12 e até mesmo 15 %. Tais teores de ligante passam a pesar significativamente nos custos do material. Além disto, os tijolos de pequenas dimensões consomem muita argamassa na ligação e não conseguem dar uma grande estabilidade e rigidez aos muros. Aqui prefere-se, em vez de tijolos de solo-cimento, chamar *tijolos prensados de terra crua estabilizados com cimento* ou *tijolos de concreto de terra*, tendo-se em conta que a pressão de compactação aplicada ao material nos moldes de prensas manuais chega a cerca de 2 MPa. A Figura 7 mostra uma outra prensa, com mais tecnologia, de excelente performance.

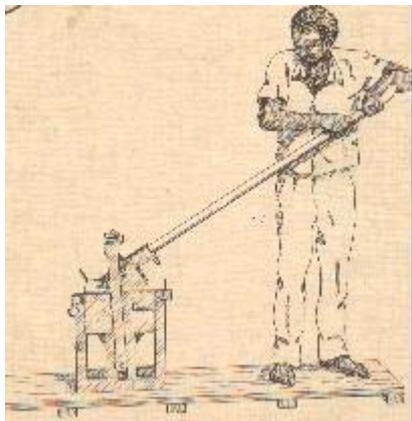


Figura 5 – Prensa manual CINVA-RAM.

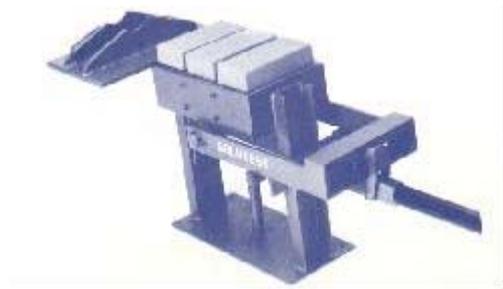


Figura 6 – Prensa manual que produz três tijolos ao mesmo tempo: pequena pressão de compactação

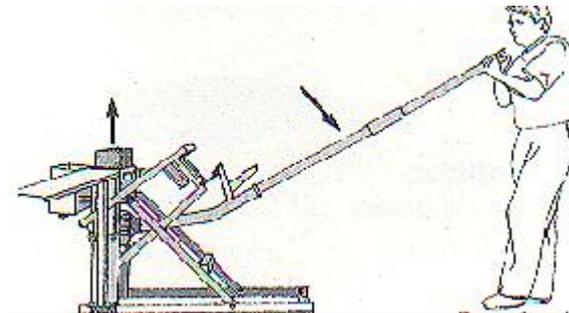


Figura 7 – Prensa GEO 50, de excelente performance.

Estudos aprofundados sobre o tema começaram na França, no início dos anos 80 (Séc. XX). Muitas publicações sobre o tema foram originadas da École Nationale de Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) [6-13], com a qual a Universidade Federal da Paraíba mantém cooperação. Atualmente um professor desta última encontra-se na instituição francesa fazendo doutorado no tema da construção com terra crua. Desde fins da década de oitenta que o material terra crua tem sido estudado na Universidade Federal da Paraíba [14-23], que também trabalha em cooperação com o Politecnico di Torino no assunto [24-26].

Resumidamente, pode-se dizer que, com relação à qualidade dos tijolos prensados, ela depende de:

- tipo de terra;
- umidade de moldagem;
- tipo de prensa;
- tipo e percentagem de estabilizante;
- cura.

Tipo de terra

Cada tecnologia de construção com terra usa o tipo de solo que lhe é mais apropriado. A terra mais conveniente para a fabricação de adobes, por exemplo, não o é para obtenção dos tijolos prensados. Há certos tipos de argila, como a montmorilonita, que quando presentes no solo são inconvenientes para construção com terra por serem altamente expansivos e necessitarem de altas percentagens de cimento para serem estabilizados. O teor de cada componente granulométrico também é importante. É conveniente que o solo apresente plasticidade e que seu limite de liquidez não seja excessivo, de preferência menor que 45 %. Para os tijolos prensados, pode-se dizer que é desejável que o solo tenha: 10% a 20% de argila; 10% a 20% de silte; 50% a 70% de areia.

Os autores conseguiram excelentes resultados com um solo que apresentava cerca de 11% de argila, 18% de silte e 70% de areia, sendo que nesta última a maior quantidade era de areia fina (grãos de 0,05 a 0,25 mm). Quando o solo não se enquadra nessa faixa, pode-se fazer uma correção granulométrica. É comum, por exemplo, se o solo é muito argiloso, com limite de liquidez e índice de plasticidade altos, misturá-lo com areia. A proporção depende do caso.

Umidade de moldagem

A umidade de moldagem mais conveniente também é função do tipo de solo. Para se obter tijolos prensados de qualidade com uma determinada terra, é necessário estabelecer qual a percentagem ideal de água e a quantidade de material a ser posta no molde da prensa, através de um processo de otimização. Normalmente essa umidade não é exatamente aquela obtida no ensaio de compactação (Proctor). Nele obtém-se a densidade máxima aplicando-se uma compressão dinâmica. No entanto, na prensa tem-se uma compactação praticamente estática, daí uma certa diferença. A otimização é feita com base na máxima densidade seca. Toma-se uma porção de material e determina-se a umidade natural. Caso se conheça a umidade ótima do ensaio de compactação estática, é com dela que se vai trabalhar (na ENTPE, França, foi desenvolvido um equipamento que permite se realizar esse ensaio). A variável fica sendo o peso de terra a ser posto na prensa. Faz-se, pois, variar este parâmetro, pesando-se e medindo-se as dimensões do tijolo para obter seu volume e a conseqüente densidade seca pela equação (1).

$$\gamma_d = P_w / [(1 + w) \times V] \quad (1)$$

onde γ_d é a densidade seca;
 P_w é a massa do corpo-de-prova logo após moldagem, ainda úmido;
 w é o teor de água presente;
 V é o volume do tijolo.

Caso não se conheça a umidade ótima, faz-se variar também a quantidade de água, e obtêm-se gráficos como os indicados na Figura 8. O pico mais elevado de todas as curvas indica o teor ótimo de umidade e o peso de material a ser posto na prensa. Na prática, converte-se o peso em volume, usando-se a massa unitária do material úmido. Para um mesmo tipo de solo, maior densidade seca implica em maior resistência, como se pode ver na Figura 9.

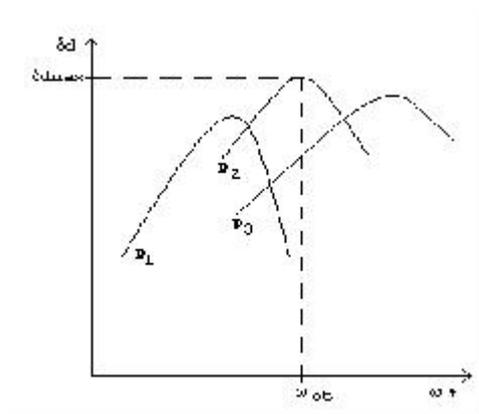


Figura 8 – Otimização da umidade do solo e da quantidade de material a ser posta na prensa.

Tipo de prensa

O tipo de prensa é importante, pois quanto maior a compactação imposta ao solo, o produto final vai ser melhor. No mercado encontram-se já diversos tipos. Os autores têm trabalhado com um equipamento que tem a vantagem de aplicar ao bloco uma dupla compressão. Um sistema de molas engenhosamente colocado para isto torna o

tijolo mais compacto e resistente. O modo de operação da prensa está indicado na Figura 10. Normalmente essas prensas manuais comprimem o solo com pressões da ordem de 2 MPa.

No mercado já existem também prensas hidráulicas que aplicam pressões muito maiores, resultando em produtos muito resistentes (Figura 11). O inconveniente é que se tratam de equipamentos pesados e caros.

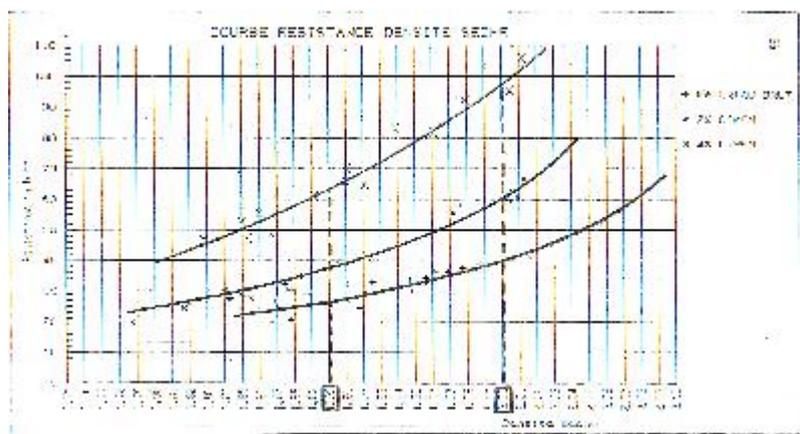


Figura 9 – Aumento de resistência com a densidade seca.

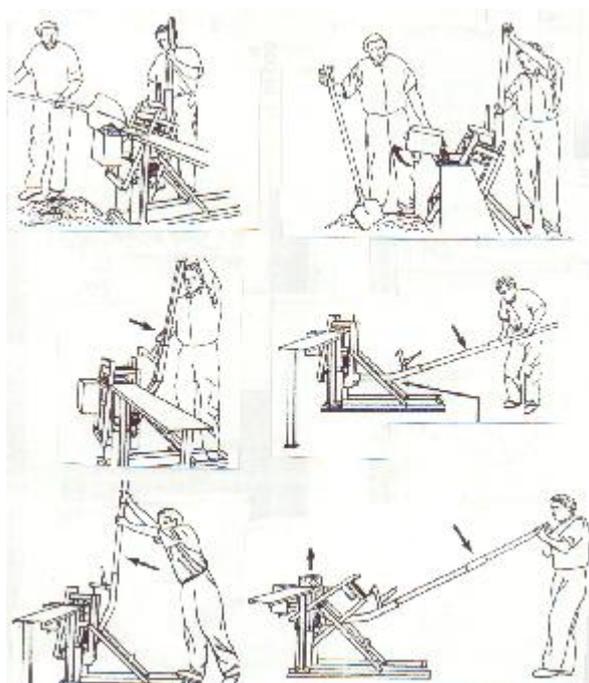


Figura 10 – Operação da prensa manual GEO-50.

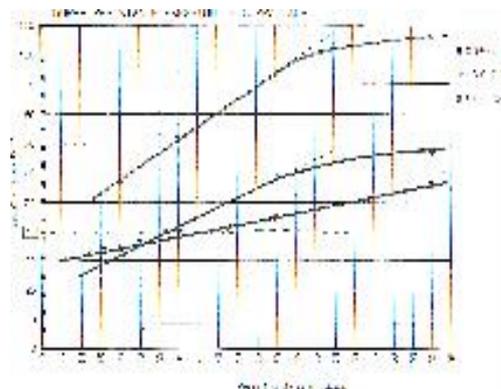


Figura 11 – Aumento de resistência com a pressão de compactação.

Tipo e percentagem de estabilizante

Estabilizar um solo significa a ele misturar produtos que melhorem suas propriedades, inclusive sob a ação da água. Um dos melhores e mais difundidos estabilizantes é o cimento. Este trabalha reagindo quimicamente não só com a água, formando agentes cimentícios, mas também com as partículas finas do solo. Teores de 4% a 6% de cimento são capazes de produzir tijolos prensados de excelente qualidade. A percentagem do estabilizante depende do tipo de solo que se vai empregar e também da resistência requerida. Se houver muita argila presente, vai ser exigido no mínimo 6% de cimento. Se o solo é excessivamente arenoso, podem ser requeridas taxas maiores. Se o solo é bem graduado, 4% (e até mesmo 2%) de cimento já levam a blocos de ótima qualidade.

Cura

Como todo concreto, o de terra também precisa ser curado para evitar a saída rápida da água da mistura. Se ocorrer a evaporação, não vai haver tempo para ela reagir com todos os grãos de cimento e a qualidade do bloco cai. Um método muito eficaz consiste em se cobrir os tijolos com uma lona plástica tão logo eles sejam

fabricados. Assim impede-se a evaporação da água. Também se usa ficar molhando periodicamente os tijolos novos, porém a proteção com a lona plástica é mais eficaz.

3. CONTROLE DE QUALIDADE DOS TIJOLOS

Dois tipos de ensaios podem ser feitos nos blocos de forma a se controlar sua qualidade: o de resistência à tração indireta e o de resistência à compressão. Estes ensaios, com base em um documento da École Nationale de Travaux Publics de l'Etat, Lyon, França [13], foram validados pelo comitê técnico TC-EBM da RILEM [28]. O ensaio de tração indireta é feito conforme mostra a Figura 12.

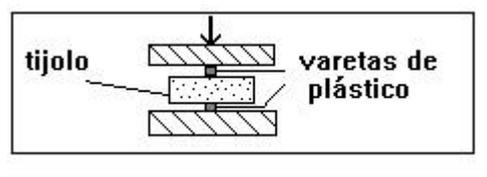


Figura 12 – Ensaio de tração indireta nos tijolos de terra crua.

A velocidade de ensaio deve ser bem pequena, se possível da ordem de 0,002 mm/s. A resistência à tração é dada por:

$$f_t = 2.F/(\pi.b \times h) \quad (2)$$

com:

F – força de ruptura, suficientemente afastada da extremidade;

b – largura;

h – espessura do tijolo.

Com as duas metades dos blocos resultantes, pode-se fazer mais dois ensaios de tração indireta em cada, ou então um ensaio de compressão, como mostra a Figura 13. A fim de assegurar um comportamento homogêneo do material durante o ensaio de ruptura à compressão simples, os pratos da prensa devem ser rotulados e o corpo de prova munido nas duas extremidades de um sistema anti-fretagem, constituído de uma membrana de neoprene posta sobre placa de teflon. Isto praticamente elimina o atrito entre a prensa e o tijolo. A velocidade de ensaio, com controle de deslocamento, deve ser constante, correspondendo a 0,02 mm/s (cerca de 1,2 mm/min). A argamassa de ligação deve ser a mesma que vai ser utilizada na construção.

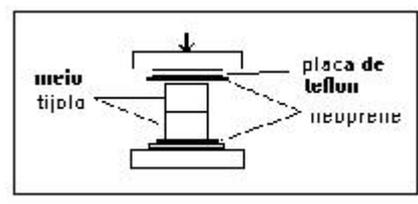


Figura 13 – Ensaio de compressão.

4. TIJOLO PENSADO IDEALIZADO PELO PROF. MATTONE

Depois de numerosas investigações, foi concebida por um dos autores, Prof. Mattone, uma forma para a fabricação de tijolos com saliências tipo macho e fêmea. Esta foi empregada na prensa manual indicada anteriormente. Como se pode ver na Figura 14, tanto nas extremidades quanto nas partes superior e inferior há possibilidade de encaixe.

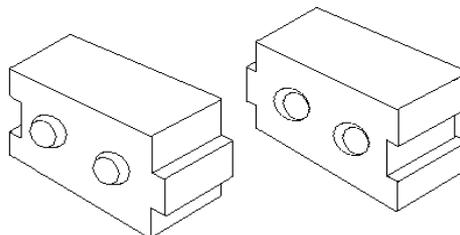


Figura 15 – Tijolo com saliências de encaixe.

Os tijolos encaixam-se uns nos outros através das saliências, porém elas permitem pequenos deslocamentos relativos dos blocos que possibilitam a correção de verticalidade e linearidade dos muros quando de sua construção. A rigidez das paredes construídas com esses blocos é considerável. As dimensões do tijolo são 14 cm x 28 cm x 9,5 cm. O peso resulta entre 6,6 a 7 quilos. A argamassa a usar é uma mistura de terra peneirada numa malha de cerca 2 mm e cerca de 8 –10% de cimento, numa consistência pastosa, quase fluida. Painéis de paredes com estes tijolos foram testados experimentalmente no Politecnico di Torino [24, 29] e também na Universidade Federal da Paraíba [19-21]. Os ensaios experimentais mostraram um excelente comportamento, as paredes apresentando grande rigidez, o que mostra que o material merece confiança.

5. TÉCNICA CONSTRUTIVA PARA PEQUENAS HABITAÇÕES

Com esse tipo de tijolo e o devido controle de qualidade, é possível se fazerem construções de até três pavimentos com os blocos tendo função estrutural. Aqui, no entanto, vai-se apresentar apenas o caso de pequenas casas populares. A locação da edificação deve ser feita como tradicionalmente, tendo o projeto já previsto dimensões para os ambientes que correspondam a números inteiros ou inteiros mais metade de tijolos. Como diz um antigo provérbio inglês, o que uma construção com terra precisa é de uma boa bota e um bom boné, ou seja, uma boa fundação e uma boa cobertura. No processo construtivo adotado, a fundação é composta de pedras. Nas paredes internas, caso não se disponha de pedra suficiente, pode-se fazer uma vala de 30 cm de largura e profundidade conforme o solo local e preencher a vala com a mesma mistura de terra-cimento com a qual foram fabricados os tijolos, compactando-a firmemente. As pedras da fundação de preferência devem ser postas com argamassa de cimento, em edificações maiores. Porém, para construção de pequenas casas populares, pode-se dispensar a argamassa, procurando-se preencher o vazio das pedras com terra e ou areia. Uma camada de concreto por sobre as pedras, de 20 cm de largura e 7 a 8 cm de espessura e um ferro com diâmetro de 6,3 mm faz a amarração pela parte superior das pedras. A face superior desta cinta deve estar no nível do piso (Figura 15).

Em seguida, por sobre esta cinta, corre-se uma primeira camada de concreto. Deve-se lembrar a posição das portas, onde esta camada é interrompida. Ela deve ser de 5 a 7 cm de espessura e de 20 cm de largura nas paredes internas, que passa a 17 cm nas paredes externas. O objetivo é deixar um rodapé com 2 ou 3 cm sacando do plano da parede, de forma a protegê-la da ação de choques e de água quando da lavagem dos ambientes. Uma vez pronta esta camada, convém conferir suas dimensões, colocando-se sobre ela os tijolos sem nenhum ligante. Normalmente ocorrem pequenas defasagens que podem ser então corrigidas. Em seguida, a primeira fiada de tijolos é assentada com argamassa de cimento e areia, obedecendo à linha de referência. Sobre cada tijolo põe-se o nível nas duas direções, corrigindo-se os possíveis desníveis com pancadas sobre um pedaço de madeira que se apóia no tijolo. As saliências dos tijolos de encaixe permitem pequenos movimentos para as correções de nível, linearidade e verticalidade. O assentamento das demais camadas é feito com a própria terra finamente peneirada misturada com cerca de 10 % de cimento e muita água, de forma a permitir uma argamassa bem fluida. Defasam-se as juntas de forma que um tijolo atraca outros dois. O controle do nível deve existir ao longo de todo o processo. A linearidade das paredes é controlada pela linha que corre paralelamente a elas e a verticalidade por régua e nível. Nos cantos passa-se o esquadro em cada tijolo assentado.

No topo da parede, que corresponde à altura das portas e janelas, passa-se uma cinta de concreto (Figura 16), no caso das casas populares, com apenas um ferro de 6.3 mm. Esta passa por onde há parede, amarrando toda a construção. As saliências superiores do tijolo promovem uma excelente integração da cinta com a parede. Sobre as portas e janelas, para facilitar, podem-se usar elementos pré-fabricados, reforçados com aço ou mesmo com materiais vegetais como o bambu ou outro produto local. Deixando-se o devido comprimento de ancoragem, consegue-se uma boa ligação com o restante das cintas.

Por sobre a cinta vem o madeiramento e a cobertura. Caso se queira um maior pé direito, pode-se sobre a cinta colocar mais fiadas. Recomenda-se que o assentamento do tijolo no concreto seja feito com argamassa cimento-areia. Alternativa está sendo estudada no sentido de baratear o telhado com telhas à base de cimento a serem fabricadas também pelos próprios moradores. Está-se tentando desenvolver coberturas reforçadas com fibras de sisal. No telhado, deve-se deixar um significativo beiral, de pelo menos meio metro, de forma a proteger o máximo a parede da ação das chuvas.

O acabamento final das paredes é feito preenchendo-se os pequenos orifícios que podem ocorrer entre fiadas com uma pasta de terra peneirada misturada com cimento e água. Procedendo-se a uma limpeza correta, nenhum revestimento é necessário. O aspecto final dos muros resulta muito agradável, sendo a pintura uma opção do morador. Para baratear o máximo a construção, inclusive os marcos de porta são feitos em argamassa. Em todas as fases o acompanhamento técnico é conveniente.

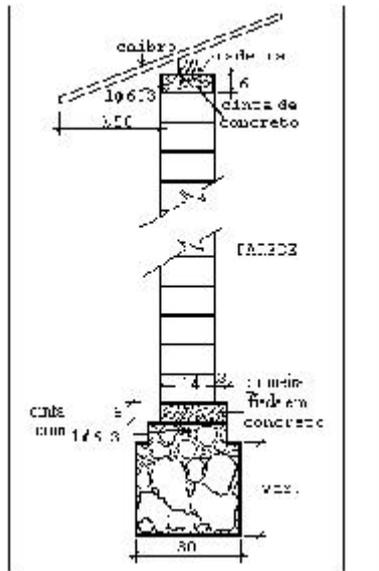


Figura 15 – Conjunto fundação, parede e cintamentos

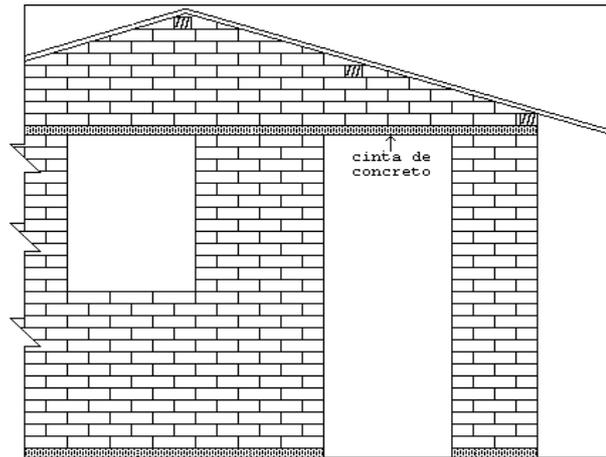


Figura 16 – Casa popular com tijolo de concreto de terra

6. APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA

Essa técnica construtiva foi aplicada com sucesso em uma favela no Estado da Paraíba (Figura 17) e foram feitas mais de 40 casas de terra, além de um centro comunitário e uma creche. Malgrado as péssimas condições de vida, encontra-se nesse meio paupérrimo pessoas que conseguem aprender bem a tecnologia. Fabricar os tijolos, quase todos aprendem, porém levantar a alvenaria com perfeição já não são todos os capazes, mas muitos o fazem com perfeição.

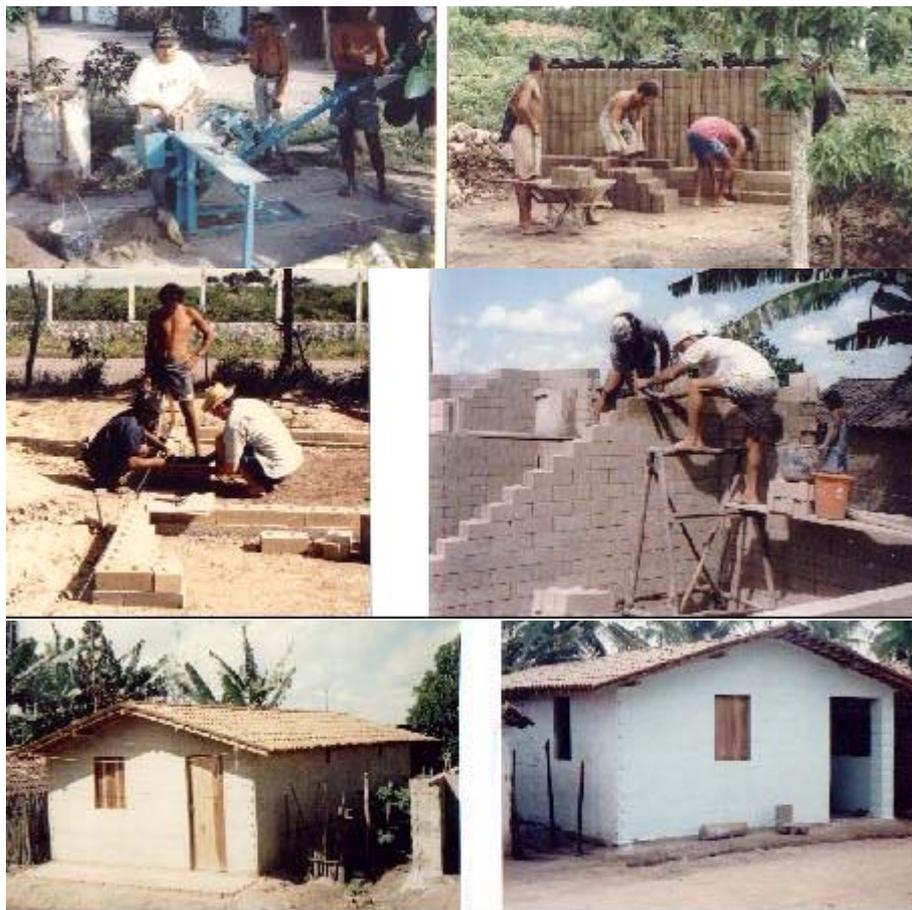


Figura 17 – Aplicação dos tijolos de concreto de terra em casas populares.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram apresentadas algumas considerações sobre tijolos de terra e mostrou-se resumidamente o processo construtivo para habitações populares com esse tipo de bloco.

Pode-se dizer que esse tipo de tijolo apresenta grande potencial a ser explorado na minimização do problema da habitação em todo o mundo, representando uma alternativa não poluente e de baixo consumo energético. Sendo um material que “respira” (em vista da porosidade), permite trocas de vapor entre interior e exterior da construção, o que leva a um notável conforto interno.

Conhecimentos sobre o material e seu controle de qualidade são necessários de forma a que sua fabricação e seu emprego sejam feitos adequadamente, caso contrário corre-se o risco de se por a perder todo o esforço desenvolvido para o resgate da terra como material de construção.

Para pequenas construções, 4 a 5 % de cimento em uma terra adequada já conduzem a um produto capaz de resistir à ação da água e aos carregamentos de serviço com grande folga, sendo economicamente viáveis.

Com tijolos prensados estabilizados é possível a construção de edificações de três a quatro pavimentos, sendo aí necessária uma maior percentagem de cimento e rigoroso controle no processo de fabricação dos blocos.

O tipo de tijolo desenvolvido pelo Prof. Mattone, do Politecnico di Torino, é muito prático, conduzindo a uma parede de grande rigidez, não necessitando de revestimento (como de resto os tijolos prensados estabilizados em geral) e praticamente dispensa argamassa de assentamento, usando-se apenas uma mistura fluida de terra-cimento-água.

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

Projetos de construção envolvendo o próprio pessoal são de grande valia para as populações pobres que teriam uma ocupação e uma oportunidade de mostrar até a si próprias que são capazes de produzir algo concreto e de qualidade, sendo inegável a diferença de padrão das residências feitas com tijolos prensados em relação às casas de taipa.

8. REFERÊNCIAS

- 1 – SALVADORI, M. (1990). **Perché gli edifici stano in piedi**. Ed. Fabbri, Etas SPA, Milano, Itália.
- 2 – O Livro do Quando (1974) – **Enciclopédia do Quando, Onde, Porquê**. Ed. Record.
- 3 – MEHTA, K. (1999). **Concrete Technology for sustainable development**. Key speakers paper, Sencon CANMET/ACI International Conference on High-performance concrete, Gramado, RS, Brasil.
- 4 – PERALTA, C. (1997). **Implicazioni igieniche della costruzione di terra cruda in Argentina**. Seminário Terra incipit vita nova. Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura, Torino, Itália.
- 5 – Fundação Calouste Gulbenkian (1993). **Arquitecturas de Terra**. Lisboa, Portugal.
- 6 – OLIVIER, M.; MESBAH, A. (1985). **Optimisation de la fabrication de briques de terre crue pour la construction**. Colloque Tropicales'85, Sociedade Brasileira de Mecânica dos Solos, Brasília, vol. 2, p. 413-422.
- 7 – OLIVIER, M.; MESBAH, A. (1985). **The earth as a material. Use of the Proctor Static Test to optimize the making of compacted earth bricks**. Intern. Symposium on modern earth construction, Pequim, China, 8p.
- 8 – OLIVIER, M.; MESBAH, A. (1986). **Le materiau terre – l'essai de compactage statique pour la fabrication de briques de terre crue compressées**. Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, n.146, nov-dez 1986, p. 37-43.
- 9 – OLIVIER, M.; MESBAH, A.; ADAM, W. (1989). **Influence du malaxage et du type de presse sur la fabrication des briques de terre compressée**. Third CIB-RILEM Symposium on Material for Low Income Housing, Mexico City, 6-10 nov. 1989, 10p.
- 10 – OLIVIER, M.; MESBAH, A. (1990). **La brique crue stabilisée: une réponse à la demande des paysans guiéens**. Premier Seminaire International sur l'Ingenierie des constructions en terre, Marrakech, Maroc, 6p.

- 11 – OLIVIER, M.; MESBAH, A. (1991). **Choix de technique de construction en terre, la plus appropriée à un site donné.** Journées Scientifiques sur L’Habitat Economique en Zone Tropicale, Bamako, Mali, 18-25 nov 1991, 10p.
- 12 – OLIVIER, M. (1994). **Le materiau terre – compactage, comportement, application aux structures en blocs de terre.** These de Doctorat en Genie Civil, INSA de Lyon, 31 jav. 1994, 450 p. + annexes 270p.
- 13 – OLIVIER, M.; EL GHARBI, Z.; MESBAH, A. (1995). **Proposition d’une norme d’essai pour les blocs de terre comprimés.** Document provisoire de travail, Labor. Geomateriaux, ENTPE, França.
- 14 – TOLEDO FILHO, R. D.; BARBOSA, N. P.; GHAVAMI, K. (1990). **Applications of sisal and coconut fibres in adobe blocks.** Sec. International RILEM Symposium on vegetable Plants and their fibres as building materials. Salvador, Brasil, 17-21 set, p. 139-149.
- 15 – TOLEDO FILHO, R. D.; BARBOSA, N. P.; GHAVAMI, K. (1990). **Estudo das propriedades físicas e mecânicas das fibras de sisal e de côco e seu emprego em blocos de adobe.** 10º Encontro Nacional da Construção, Gramado, RS, Brasil, dez 1990.
- 16 – SOUZA, S. M. T. (1993). **Tijolos de terra crua reforçada com fibras vegetais.** Dissertação de Mestrado, Dept. Eng. Civil, Univ. Fed. Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.
- 17 – FREIRE, A. (1994). **Otimização de blocos comprimidos de terra crua.** Relatório de Inic. Científica, Dept. Tecnol. Construção Civil, Univ. Fed. Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil, out 1994.
- 18 – PAIVA, C. E. (1995). **Otimização de blocos de terra crua.** Relatório de Inic. Científica, Dept. Tecnol. Construção Civil, Univ. Fed. Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.
- 19 – SOUSA, S. M. T.; MAGALHÃES, M. S.; BARBOSA, N. P. (1996). **Experimentação de painéis de tijolos prensados de terra crua.** Anais do II Congresso de Engenharia Civil da Univ. Fed. de Juiz de Fora, mai 1996.
- 20 – BARBOSA, N. P. (1996). **Construção com terra crua: do material à estrutura.** Monografia apresentada no concurso para prof. Titular do Dept. de Tecnologia da Construção Civil, João Pessoa, out 1996.
- 21 – BARBOSA, N. P. (1997). **Structural behaviour of compressed earth blocks masonry.** Sexta Reunião do Comitê TC-EBM, abr. 1997. Torino, Itália.
- 22 – GHAVAMI, K., TOLEDO FILHO, R.; Barbosa, N. P. (1999). **Behaviour of composite soil reinforced with natural fibres.** Cement and Concrete Composites. Elsevier Science Ltd, vol 21, n.1-1999.
- 23 – SOUZA, S. M. T.; BARBOSA, N. P.; TOLEDO, R. D. (2000). **Efeito das fibras de sisal no comportamento de tijolos de terra crua.** Anais da Conferência Internacional Sustainable Construction into the Next Millennium. João Pessoa, 2-5 Nov. 2000, pág. 413.
- 24 – BARBOSA, N. P.; MATTONE, R. (1996). Estudos sobre tijolos de terra crua desenvolvidos na Universidade Federal da Paraíba e Politecnico di Torino. Anais do II Congresso de Engenharia Civil da Univ. Fed. de Juiz de Fora, MG.
- 25 – BARBOSA, N. P.; SOUZA, S. M. T.; MATTONE, R.; GOGGI, F. (1996). **Uma experiência de transferência de tecnologia de construção de casas com tijolos prensados de terra crua em uma favela paraibana.** Revista de Extensão, ano 1, nº 2, Pró-reitoria de Assuntos Comunitários, João Pessoa, p 31-46.
- 26 – BARBOSA, N. P.; SOUZA, S. M.; MATTONE, R. (1996). **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, p 263-276.
- 27 – HOUBEN, H.; GUILLAUD, H. (1989). **Traité de construction en terre.** Editions Parenthèses, Marseille, França.
- 28 – OLIVIER, M.; EL GHARBI, Z.; MESBAH, A. (1996). **Rapport de l’ENTPE pour le comité TC EBM.** LPEE, Casablanca, Marrocos, abr. 1996.
- 29 – MATTONE, R.; PASERO, G. (1993). **La terra rinforzata con fibre vegetali: caratteristiche meccaniche, tecnologia costruttive, durabilità.** Working paper n. 63, DINSE, Politecnico di Torino, Italia.
- 30 – BARBOSA, N. P.; TOLEDO FILHO, R. D.; GHAVAMI, K. (1997). **Construção com Terra Crua.** Materiais de Construção não Convencionais. Livro publicado pela Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. Editores R. Toledo Filho, J. W. B. do Nascimento, K. Ghavami p 113-144.