

PROJETO DE UMA BIOALVENARIA DE VEDAÇÃO A PARTIR DE TERRA CRUA: O CASO DO TIJOLO DE ADOBE

*Daniel Augusto de Moura Pereira¹; Mirelle Sampaio Pereira²;
Raul Seixas dos Santos Oliveira²; Aluísio Braz Melo³; Arthur Lacerda Cavalcante⁴.*

1. Docente Assistente. Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). *Correspondência: Rua Luiz Grande, S/N - Bairro Frei Damião - Sumé/PB. CEP:58540000. E-mail: danielmoura@ufcg.edu.br
2. Discentes de Graduação. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).
3. Docente Adjunto. Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
4. Discente de Pós – Graduação. Universidade Federal da Paraíba(UFPB).

RESUMO

A terra crua é o material de construção mais antigo do mundo e a utilização deste tipo de técnica está presente desde que o homem sentiu a necessidade de construir seu próprio abrigo. No Brasil existem muitas regiões, principalmente no norte e nordeste do país, que tem potencial para a utilização de bioconstrução a partir de terra crua. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é projetar uma bioalvenaria de vedação, produzida a partir da terra crua, para a construção de habitações de interesse social, em duas cidades do Cariri Paraibano, com características de clima quente e seco. A construção em alvenaria de adobe, quando bem executada, torna-se muito resistente. Complementarmente, o interior da construção pode ficar muito fresco, suportando muito bem as altas temperaturas e a grande amplitude térmica. A utilização do tijolo de adobe na construção de habitações de interesse social em cidades pequenas, com grande disponibilidade da matéria-prima terra, proporciona um processo produtivo de maneira semi-artesanal, relativamente simples, além de fornecer à população local casas que podem ser de qualidade superior ao que é feito atualmente pela indústria da construção civil, através de um projeto socialmente justo e sustentável.

Descritores: Materiais de Construção, Usos do Solo, Alvenaria.

DESIGN OF A SEALING BIOMASONRY SINCE CRUDE LAND: THE ADOBE BRICK CASE

ABSTRACT

Crude land is the oldest construction material in world and the usage of this kind of technique is present since man felt de need of building your own home. In Brazil there are many regions, mainly in North and Northweast, wich have potencial to usage of bioconstruction since crude land. In this context, the aim of that work is design a sealing biomasonry, since crude land, for social house buildings, in two cities of Cariri Paraibano, with characteristics of dry and hot weather. The building of adobe brick, when well executed, become very interesting. In addition, inside the building can be cooler, supporting the high outside temperature and the big thermal range. The usage of adobe brick in construction of social habitations in small cities, with a large availability of land stock, provides a semi-artisanal production process, relatively simple, apart from provide, to local population, habitations that can have superior quality of the traditional habitations of building construction industry, through a soccially fair and sustainable project.

Keywords: Construction Materials, Land Use, Masonry.

INTRODUÇÃO

A preocupação atual com a cada vez maior escassez dos recursos de produção tem levado ao âmbito produtivo a necessidade de utilizar tecnologias de construção não convencionais e que estejam em conformidade com o cenário de sustentabilidade já

instalado no cenário mundial. Considerando o grande déficit habitacional que o Brasil passa, e a busca de materiais não poluentes, renováveis e de baixo custo, em contrapartida às tecnologias convencionais e industrializadas, que muitas vezes consomem energia em demasia, é de fundamental importância que as tecnologias de construção ecologicamente corretas, como a bioarquitetura, a engenharia verde e a bioconstrução, sejam difundidas, porque além de gerar trabalho e cidadania, possibilita o rompimento da barreira profissional com a comunidade em projetos de auto construção e parcerias público-privadas.

A construção em terra é a técnica construtiva mais antiga e mais amplamente utilizada pelo Homem em todo o mundo. As construções em terra estão presentes desde que o homem sentiu necessidade de construir seu abrigo, ao invés de usar apenas aqueles oferecidos pela natureza (1). Em locais onde era difícil se obter pedras, os muros foram erguidos com o emprego dos materiais disponíveis, principalmente a terra e a madeira. A Engenharia e entidades tecnológicas estão buscando alternativas “limpas” para reverter problemas habitacionais e ambientais. A reabilitação de técnicas milenares, como a do tijolo de adobe, e a criação de novas tecnologias e materiais são maneiras de continuar o desenvolvimento, de forma sustentável.

No Brasil existem muitas regiões, principalmente no norte e nordeste, que tem potencial, para utilizar a terra crua como tecnologia para construção de habitações sociais. No entanto, nem todos os solos são adequados para a produção do tijolo de adobe. A composição granulométrica ideal da mistura de solo para o adobe tem um percentual de areia, argila e silte (2). Portanto, é fundamental que o solo seja analisado por meio de testes de campo e laboratório para verificar a necessidade ou não da correção granulométrica com areia. Neste sentido, a utilização de terra crua como insumo principal na produção de bioalvenaria surge como importante opção em edificações de baixo custo de produção, por economizar em logística, quando a terra adequada encontra-se disponível no próprio local da obra, pela abundância da matéria-prima nas regiões supracitadas; por não requerer mão-de-obra qualificada; por consumir apenas energia solar na sua fabricação, entre outros benefícios.

O consumo de água para a sua produção é sessenta vezes menor que na do cimento, não gera vapores contaminantes e não apresenta perigo na sua manipulação (3). Por outro lado, trata-se de um processo artesanal que, dependendo da composição da mistura, e contato com água, sofre desgaste e erosão.

O adobe desenvolvido com terra crua, secado ao sol, oferece as seguintes vantagens: econômica, devido a sua matéria prima ser abundante e de custo baixíssimo;

energética, por poder ser produzida no próprio local, dispensando o custo com transportes e sem precisar usar forno, pois a terra dispensa a queima de qualquer combustível, assim obtendo grande economia de energia; sócio-cultural, uma vez que as tecnologias de adobe permitem reduzir os custos da habitação social, podendo o próprio usuário produzir sua habitação; e desempenho físico do material, pois as habitações em terra crua podem proporcionar conforto termo-acústico (4).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é projetar uma bioalvenaria de vedação a partir de terra crua para a construção de habitações de interesse social.

O ADOBE

O tijolo de adobe é um material de construção muito antigo. Consiste em um tijolo de barro, conformado em um processo mecânico, manual ou moldado. E a secagem ocorre naturalmente. É uma técnica de acordo com as práticas de sustentabilidade, pois não utiliza cimento e não gasta combustível na secagem dos tijolos, por não ser queimado. As construções de adobe, quando bem feitas, podem durar muitas décadas.

Adobe é uma palavra de origem árabe, que foi assimilada pelo espanhol e transmitida às Américas, onde foi adotada também pelo idioma inglês e significa tijolos de terra crua (5). A utilização mais comum do Adobe é através da Arquitetura Vernacular.

O Adobe é formado por partículas de argila, silte e areia. O solo utilizado para construir, por ser encontrado na natureza, não é padronizado, por isso muitas combinações podem ser usadas. Dependendo da técnica utilizada, a mistura deve ser mais seca ou mais úmida. O barro deve ser a mistura deste solo com água e, por vezes, podem ser utilizados certos aditivos para melhorarem o produto final.

A proporção correta de areia e argila normalmente fica em torno de 1:1 até 2:1 (6). Proporções menores deixam a massa muito mole e o barro começa a ficar sem aderência. Uma combinação que propicia um barro estável e denso é adicionar grãos, fibras, folhas secas e limpas à mistura. Estes aditivos estabilizam a massa e “amarram” internamente as moléculas de areia e solo. Outra forma de criar misturas estáveis é adicionar cimento, cal e ou cinzas que acaba proporcionando uma liga mais resistente e mais durável. Uma terceira opção é adicionar óleos vegetais, látex, seivas e ou betume asfáltico. Assim a mistura se torna mais impermeável e com menos água fica mais resistente às intempéries. A terra ideal é aquela de coloração amarelada, mas os solos de cor castanha e vermelha também podem ser utilizados para a produção dos tijolos (6). Terras de coloração branca ou preta devem ser descartadas.

A terra que apropriada para ser usada na construção é a que fica abaixo dos 50 cm. Acima disto na camada superficial, encontra-se normalmente, a chamada terra vegetal que contém matéria orgânica e microorganismos. Esta não é própria para a construção, pois se torna frágil quando seca, em virtude da decomposição do material e, além disto, pode comprometer a salubridade dos ambientes.

As dimensões empregadas para a produção artesanal são bem variadas. Refere-se a 29 x 9x 9 cm e 30 x 15 x 15 cm usados em Benin, África (7). No México, as medidas usuais são 38 x38 x 8 cm e 39 x 18 x 18 cm e 40 x 20 x 15 cm (9). Arquiteto do Egito indica 25 x 15 x 6 cm (10). E em Maranguape, interior do Ceará, construiu-se alvenarias de adobe com dimensões de 15 x 30,5x 9,5cm (4).

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO ADOBE

A mistura é amassada e peneirada para adquirir uma forma bem homogênea. A mistura deve descansar à sombra aproximadamente por dois dias antes de ser novamente misturada e com água para se criar uma liga plástica. Em seguida, leva-se o barro para as forma, que podem ser de madeira metal, ou plástico resistente. Costumeiramente, a forma tem o comprimento duas vezes maior que a largura.

O barro, já com certa consistência, deve ser despejado na forma e preencher por igual todos os cantos. A plasticidade da liga deve estar concisa e alguns minutos após encher, o tijolo já retirado da forma não dever parecer borracha.

O tijolo também não deve desmoronar, não deve ter suas quinas despedaçadas e ou afundamentos nas faces. Assim, após ser retirado da forma, este deve ser posto para secar, o ideal é antes de começar esta etapa, alisar as faces com uma espátula.

O processo de secagem dos tijolos de adobe depende das condições climáticas do lugar. Quando feito em tempo quente e seco, completa o ciclo mais rápido e melhor. Também é necessário avaliar o tipo de mistura e a quantidade de água contida nela. Na primeira fase desta etapa, a secagem dos tijolos ocorre com radiação solar direta, pois, é neste momento que boa parte da umidade do tijolo é perdida pelo processo de convecção natural. No restante do tempo, os blocos devem descansar à sombra. Vale salientar que durante o processo de secagem os tijolos devem ser virados em intervalos de tempo regulares, afim da secagem se homogeneizar, evitando, portanto, deformações e retrações desproporcionais

Por fim, a armazenagem do tijolo acabado deve ser feita em local seco. O *lead time* deste processo produtivo todo pode levar de 28 a 35 dias, conforme condições climáticas do local.

BIOCONSTRUÇÃO

Bioconstrução é o termo utilizado para se referir a construções onde a preocupação ecológica está presente desde sua concepção até sua ocupação (10). Desde o a concepção do projeto, passando pela execução e, finalmente, pela utilização do bem, a Bioconstrução busca o máximo aproveitamento dos recursos produtivos disponíveis com o mínimo impacto. O tratamento e reaproveitamento de resíduos, coleta de águas pluviais, uso de fontes de energia renováveis e não-poluentes, aproveitamento máximo da iluminação natural em detrimento da artificial, são exemplos de preocupações na concepção desses projetos.

A Bioconstrução engloba diversas técnicas da arquitetura, algumas delas com centenas de anos de história e experiência, tendo como característica a preferência por materiais do local, como a terra, diminuindo gastos com fabricação e transporte e construindo habitações com custo reduzido e que oferecem excelente conforto térmico (11). Geralmente, as técnicas de bioconstrução são relativamente simples, permitindo, portanto, que sejam disseminadas com facilidade.

As técnicas clássicas de bioconstrução utilizam Terra (Taipa de pilão, Adobe, Pau-a-Pique, etc), Fibras Renováveis (Parda, bambu e etc), Coberturas Vegetais (Vegetação Natural ou Plantada), Ecossaneamento (Círculo de bananeiras e bacia de evapotranspiração) e Mosaicos (cacos de azuleijos, pisos, pastilhas, vidros e etc).

ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Os blocos de alvenaria aplicados atualmente nas construções civis são originários de materiais cimentícios ou cerâmicos. Uma das primeiras soluções em alvenaria empregadas pelo homem foi a alvenaria de terra crua. Geralmente, regiões de clima seco, áridos, subtropicais, e temperados, empregavam manufatura prévia de unidades em terra, que após a secagem eram aplicadas nas construções. A técnica de construção com o Adobe faz parte dessa categoria. Com esse tipo de tijolo podem ser elevadas paredes em diversos aparelhos, arcos, cúpulas e abóbadas.

A alvenaria tem dupla função nas edificações. A vedação é a típica função de separar ou segregar os ambientes de acordo com a arquitetura. Na função estrutural, a própria alvenaria da edificação é a estrutura suporte do edifício.

A alvenaria de vedação é definida por muitos autores como a alvenaria que não é dimensionada para resistir às ações além do peso próprio. Esta vedação vertical protege o edifício de agentes externos como chuvas e ventos, além de dividir ambientes internos promovendo segurança e conforto dentro de um sistema estruturado. Este processo de

fechamento de vãos de paredes é utilizado na maioria das edificações (12). As alvenarias podem ter tamanhos variados, a partir da quantidade de furos ou mesmo suas espessuras, 4, 6, 8 e 10 furos, ou espessuras de 8 cm, 10 cm, 15 cm e até 20 cm, ou podem ser maciças. Elas podem ser revestidas com algum tipo de proteção ou mesmo ficarem aparentes.

As alvenarias de vedação de adobe devem responder a alguns requisitos importantes no que tange à segurança e a qualidade do ambiente construído. Quanto à segurança deve se considerar a resistência ao fogo e a resistência mecânica da alvenaria em face de eventuais acidentes. Quanto às exigências de conforto, os tijolos de adobe devem ser projetados para auxiliar o conforto térmico e acústico do ambiente.

POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES DA ALVENARIA DE ADOBE

As fragilidades mais frequentemente apontadas às construções em terra são a sua fraca resistência às trações, por isso, a forma do edifício mais eficiente estruturalmente é a forma arredondada, como são exemplo às abóbadas e os arcos.

No caso de formas reticuladas, os cantos têm que ser reforçados estruturalmente, por exemplo, com a aplicação de elementos verticais de madeira. A construção em terra apresenta uma resistência mecânica limitada, o que impossibilita a construção em grande altura, e a necessidade de cuidados particulares face à água (13). No lado das potencialidades, as construções de alvenarias de adobe, quando bem planejadas e executadas, têm uma grande durabilidade e são vantajosas, em termos de conforto térmico e regulação da umidade do ar, pois, o barro, é uma matéria de construção microfina e porosa, razão pela qual, diz-se que as alvenarias de adobe “respiram”, não têm nem produzem resíduos de produtos químicos, nem contribuem para as emissões de CO₂ para a atmosfera, causadores do efeito de estufa.

Construir com terra exige cuidados técnicos para evitar problemas futuros, tais como a terra para o fabrico dos adobes deve ser ligeiramente argilosa, de modo a evitar a contração do material e conseqüente fissuração. O adobe deve ser assentado sobre uma estrutura de pedra ou betão, não devendo nunca ser colocado diretamente sobre o solo, evitando assim a subida de umidade. Também é aconselhável que as construções tenham o beiral do telhado bem saliente de modo a evitar ao máximo que a água da chuva se infiltre pelas paredes (13).

METODOLOGIA

Para o projeto do tijolo de Adobe e da forma do tijolo, foram levadas em consideração as características climáticas das regiões de Sumé e Serra Branca, municípios localizados no Cariri Paraibano, caracterizados como sendo quente e seco. No projeto do tijolo de adobe que será utilizado para a construção de habitações sociais levou-se em consideração aspectos técnico-construtivos como, geometria da alvenaria, medidas (altura, comprimento e largura), peso e o número de furos. O tijolo ideal deve ter duas vezes o comprimento pela largura (14).

A simulação do peso do tijolo foi baseada no produto entre a massa específica do tijolo de adobe pelo volume do prisma em estudo. A massa específica utilizada para este cálculo foi de 1700 kg/m^3 . Vale salientar que a equação utilizada neste estudo vale apenas para uma aceleração da gravidade igual a 9.80665 m/s^2 (nível do mar).

Para o projeto da forma dos tijolos foram avaliados materiais que proporcionassem características de leveza, durabilidade, ergonomia, resistência à umidade, mecânica e custo. Complementarmente, para otimizar o processo produtivo, também se avaliou a quantidade de tijolos a serem modelados em cada batelada. Para o projeto do tijolo de adobe e da forma foram utilizados os softwares *Autocad* e *Sketchup*.

RESULTADOS

A área em estudo é o semiárido do estado da Paraíba, especificamente os municípios de Serra Branca e Sumé, conforme indica a Figura 1, localizados na Microrregião do Cariri Ocidental do referido estado, localizados a aproximadamente 250 e 264 km, respectivamente, da capital paraibana.



Figura 1. Mapa do Estado da Paraíba

As características do clima Semiárido vão desde as grandes amplitudes de temperatura durante o dia, às grandes massas de ar quente, conduzindo partículas de pó em suspensão nos seus deslocamentos no período seco(15). Este clima, também denominado “quente-seco”, apresenta duas estações bem distintas: um período de seca e outro de chuva, radiação direta, intensa e baixo teor de umidade relativa do ar.

A precipitação anual fica entre 250mm e 1.000mm, representado um déficit elevado durante todo o ano. A umidade relativa média anual é 64%. A temperatura média anual situa-se em torno de 27,5°C, com mínimas de 18°C e máximas de 33°C (16).

PROJETO DO TIJOLO DE ADOBE

Como a região do cariri Paraibano apresenta clima quente e seco, as casas devem ser construídas com materiais com alta inércia térmica. Isso significa que o calor penetra durante o dia e é lentamente liberado durante a noite. O interior da casa é mais fresco que o exterior durante o calor do dia, e mais aquecido que o exterior durante o frio da noite. As casas construídas de terra crua apresentam a propriedade muito particular de “respirar”, ou seja, de permitir a difusão do ar através de suas paredes. A argila crua, por não ter sido levada a altas temperaturas para o seu cozimento e sua cristalização mantém vazios entre suas moléculas, o que confere ao material a sua característica de porosidade e permite a passagem do ar através dele (17). Essa propriedade faz da casa

de terra um exemplo de arquitetura biologicamente saudável, pois a “respiração” das paredes proporciona constante renovação do ar.

As construções de adobe devem ser executadas sobre fundações de pedra comum, xisto normalmente, cerca de 60 cm acima do solo, para evitar o contato com a umidade ascendente (infiltração), que degradaria o adobe. Da mesma forma é importante a construção de coberturas com grandes beirais a fim de proteger as paredes das águas de chuva. As paredes devem ser revestidas para maior durabilidade.

Neste contexto, o tipo de tijolo selecionado para a construção das habitações de interesse social neste estudo de caso é aquele cuja aplicação é para habitações cobertas com telha e que a parede sustentará o peso da estrutura. Enquadra-se naquelas classificações o tijolo maciço. Os tijolos de adobe terão 15cm x 9,5cm x 30,5 (LxAxC), conforme indica a Figura 2.

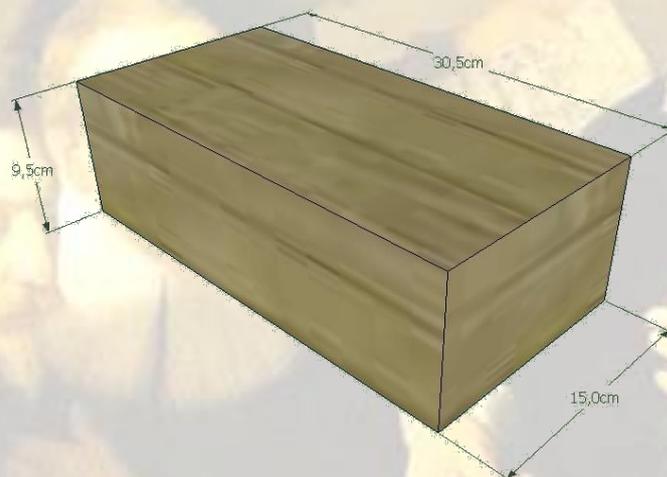


Figura 2. Projeto do tijolo de adobe

Os tijolos de adobe projetados neste trabalho devem ser assentados na forma de alvenaria de meia vez, que consiste em colocar os elementos com a face de maior área para baixo, ficando a maior dimensão transversal do tijolo coincidente com a largura da parede, possibilitando a estrutura maior resistência e estabilidade.

A simulação do peso do tijolo foi baseada no produto entre a massa específica do tijolo de adobe pelo volume do prisma em estudo. A massa específica do tijolo de adobe é de 1700 kg/m^3 . O volume do prisma projetado é $4346,25 \text{ cm}^3$. Convertendo o volume supracitado para m^3 , este valor é igual a $0,00434625 \text{ m}^3$. Portanto, o peso estimado para o tijolo projetado é igual a $7,388625 \text{ kg}$.

A forma para a confecção dos tijolos de adobe será de madeira, para que seja leve, de fácil manuseio, e resistente, para suportar os pregos sem apresentar

rachaduras deformações, além de resistir à umidade sem deformar-se. A forma terá 15cm x 9,5cm x 68,5cm e moldará dois tijolos por batelada, conforme indica a Figura 3.

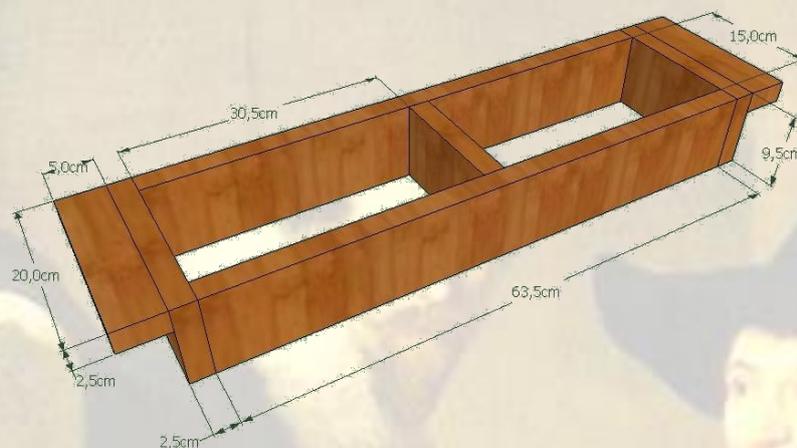


Figura 3. Projeto da forma de tijolo de adobe.

As paredes internas da forma devem ser lisas para que o tijolo se desprenda mais facilmente. Em sua extremidade as formas terão abas, com medidas de 20cm x 5cm x 2,5cm, que facilitarão a pega da forma e, portanto, a logística da mesma. A Figura 4 mostra a vista explodida da forma do tijolo de adobe.

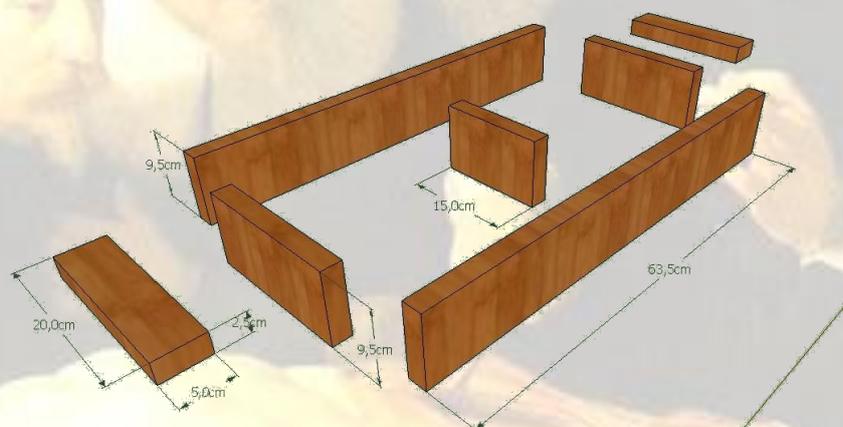


Figura 4. Vista explodida da formado tijolo de adobe.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tijolo de adobe é uma técnica tradicional de bioconstrução, com alto potencial de sustentabilidade, de aplicação fácil em climas quentes e secos, e que pode ser executada com materiais locais e mão-de-obra pouco especializada. Se executado de forma correta, pode proporcionar conforto térmico, em virtude da alta inércia térmica que o tijolo de adobe possui, proteção ao fogo, uma vez que o solo utilizado é um material incombustível e é um material não tóxico.

O projeto do tijolo de adobe desenvolvido neste estudo indicou que o tipo de bioalvenaria ideal para a construção das habitações de interesse social nas regiões de Serra Branca e Sumé, no Cariri Paraibano, com características de clima quente e seco, é aquele do tipo maciço, cuja aplicação é para habitações cobertas com telha e que a parede sustentará o peso da estrutura, com dimensões de tijolos de adobe terão 15cm x 9,5cm x 30,5. A forma para a confecção dos tijolos de adobe será de madeira, para que seja leve, de fácil manuseio e resistente e moldará dois tijolos de adobe por batelada.

Para fabricação de habitação de interesse social (HIS) em cidades pequenas, com grande disponibilidade da matéria-prima terra, e um canteiro de obras que possa ser organizado, é possível realizar várias habitações de maneira semi-artesanal, garantindo as vantagens do adobe e uma padronização (e conseqüente controle de qualidade) maior. Uma iniciativa desse tipo poderia fornecer à população local habitações de qualidade superior ao que é feito atualmente pela indústria da construção civil.

REFERÊNCIAS

1. Soares AF, Rocha RB, Elmi S, Henrique MHP, Mouterde R, Almeras Y, et al. Le Sous-bassin nord-lusitanien du Trias au Jurassique moyen: histoire d'un 'rift avorte'. Rendus de l'Académie des Sciences. Série II. Paris; 1996.
2. Perazzo, NB, Curso de construção em terra crua, Construção de adobe. Curso apresentado a Especialização em Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza: Centro Federal de Educação e Tecnologia do Ceará; 2006.
3. Corrêa AAR, Teixeira VH, Lopes SP, Oliveira MS. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do adobe (tijolo de terra crua). Lavras – MG; 2006.
4. Ferreira SR, Silva AC. Construções Sustentáveis: Avaliação das Características Físico-Mecânicas de Adobe com Adição de Fibras Vegetais do Coco Verde. In: Anais do V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Recife; 2009.
5. Dethier J. Arquitetura de Terra, ou o futuro de uma tradição milenar. Paris: Editions du Centre George Pompidou, 1986
6. Minke G. Manual de Construcción en tierra: la tierra como material de construcción y sus aplicaciones en la arquitectura actual. Montevideo: Nordan- comunidad, 2010.
7. Ortega A. Materiaux et techniques de construction. Lima: Pontificia Universidad Católica del Peru, 1983.
8. Williams-Ellis C, Eastwick-Field E. Building in cobpise, and stabilized earth. London: Country Life, 1950. p.138.
9. Fathy H. Natural Energy and Vernacular Architecture : Principles and Examples, With Reference to Hot Arid Climates. University of Chicago Press. ISBN 0-226-23917-9
10. Cantarino C. Bioconstrução combina técnicas milenares com inovações tecnológicas. Inovação Uniemp [serial on the Internet]. 2006 Nov [cited 2012 May 03]; pp. 46-47; Available from: http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808%2023942006000500025&lng=es&nrm=iso.
11. Soares ALJ. Conceitos básicos sobre permacultura. 1ª ed. Brasília; 1998.
12. Thomaz E. Tecnologia Gerenciamento e Qualidade na Construção. 1ª ed. São Paulo; 2001.
13. Parracho CEJM. Estudo do comportamento térmico de construções em alvenaria de adobe. Thesis [serial on the Internet]. 2011 Aug [cited 2014 Nov 03]; Available from: <http://hdl.handle.net/10773/8593>. Acesso em 19.out.2014, 2011.

14. Mchenry PG. Adobe and rammed earth buildings: design and construction. 1ª ed. University of Arizona Press, 1989.
15. Romero MAB. Princípios Bioclimáticos Para o Desenho Urbano. 1ª ed. São Paulo; 1988.
16. BuenoM. O Grande Livro da Casa Saudável. Tradução: José Luiz da Silva. 1ª ed. São Paulo; 1995.

