

## **ARQUITETURA DA TERRA EM CONTEXTO URBANO: MANUAL DA CASA DE TERRA**

### *EARTH ARCHITECTURE IN THE URBAN CONTEXT: EARTH HOUSE MANUAL*

**SOUSA, Regina Rocha de (1)**

**NAVARRO, Luciana Jobim (2)**

(1) UNICEPLAC, Graduada em Arquitetura e Urbanismo

e-mail: reginarochagn@gmail.com

(2) UNICEPLAC, Doutoranda em Teoria e História da Cidade e do Urbanismo

e-mail: luciana.navarro@uniceplac.edu.br

#### **RESUMO**

O presente trabalho apresenta parte do processo de elaboração do Manual da Casa de Terra, a partir de seu embasamento teórico e as articulações metodológicas que foram necessárias para a consolidação de um manual técnico e de linguagem acessível, direcionado a profissionais de arquitetura e para a população. Parte-se da compreensão da produção da arquitetura vernacular e da maneira como a utilização do material existente no local para a construção de espaços habitáveis e o barro cru tem sido utilizado há gerações na produção de habitações no Brasil. As técnicas de construção com terra fazem parte do patrimônio imaterial brasileiro e, devido a fatores ambientais e econômicos, procura-se aqui demonstrar como as técnicas com terra podem ser alternativas viáveis para a produção de residências populares unifamiliares, não apenas em áreas rurais, mas também nas áreas urbanas. Assim, o manual se apresenta como essa possível solução, a fim de re-popularizar tais técnicas no imaginário urbano brasileiro.

**Palavras-chave:** Habitação popular; urbano; arquitetura vernacular; manual; construção com terra.

#### **ABSTRACT**

*The present work presents part of the elaboration process of the Casa de Terra Manual, based on its theoretical basis and the methodological articulations that were necessary for the consolidation of a technical manual with accessible language, aimed at architecture professionals and the general public. It starts from the understanding of the production of vernacular architecture and the way in which the use of existing material on site for the construction of habitable spaces and raw clay has been used for generations in the production of housing in Brazil. Earth construction techniques are part of the Brazilian intangible heritage and these, due to environmental and economic factors, the aim here is to demonstrate how earth techniques can be viable alternatives for the production of popular single-family residences, not only in rural areas, but also in urban areas. Thus, the manual presents itself as this possible solution, in order to re-popularize such techniques in the Brazilian urban imaginary.*

**Keywords:** Popular housing; urban; vernacular architecture; manual; construction with earth.

## **1 INTRODUÇÃO**

O saber construir com terra faz parte do patrimônio cultural imaterial brasileiro, sendo essencial na consolidação da arquitetura vernacular do país. Conforme definição feita pela UNESCO em 2003, o patrimônio cultural imaterial também é composto por técnicas, saberes e habilidades, em conjunto ou separado, de materiais e instrumentos.

As práticas com terra foram incorporadas ao acervo da arquitetura colonial pelas populações indígenas e africanas escravizadas. Com a chegada dos portugueses e demais povos europeus, o estilo predominante na arquitetura colonial era o barroco português, com variações entre o maneirismo e o rococó. Ainda assim, mesmo com essas variações estilísticas, as técnicas construtivas eram principalmente aquelas baseadas nos saberes ancestrais dos povos originários e escravizados, como a taipa de pilão e a taipa de mão.

A utilização dos materiais locais permitia uma construção mais eficaz e adequada às condições bioclimáticas locais. Essas técnicas construtivas foram incorporadas ao acervo de saberes brasileiros, se consolidando no tempo, principalmente nas áreas rurais do Brasil. Estes conhecimentos, aplicados à construção de moradias em centros urbanos, especialmente nas áreas periféricas, onde a maior parte da população não é atendida por profissionais habilitados, poderia contribuir para uma significativa redução de custos.

Assim, o trabalho aqui apresentado buscou consolidar esses conhecimentos na proposta de um manual simples e acessível, que visa dar suporte aos profissionais que queiram oferecer às populações novas possibilidades para a construção de moradias populares. O manual possibilita também a difusão do conhecimento sobre as técnicas construtivas com terra e possibilitam a preservação e manutenção de seu valor cultural para a população brasileira.

Assim, apresenta-se aqui, diretrizes a partir de uma habitação modelo, construída com diferentes técnicas de construção com terra, somada a técnicas de reaproveitamento de águas e fontes alternativas de energia alternativas, capaz de contribuir para a criação de uma edificação ecologicamente correta, uma vez que, de acordo com Atlas Esgotos (2017), 45% da população brasileira não possui tratamento de esgoto, segundo dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 2,5 milhões de brasileiros não possuem acesso à energia elétrica.

Como metodologia, o trabalho de conclusão de curso, apresentado por meio deste artigo, se deu por meio de pesquisa bibliográfica e estudos experimentais, registrados no manual. Somado a pesquisa bibliográfica, foi proposto projeto arquitetônico modelo utilizando

diferentes técnicas de construção com terra, para a construção de uma casa modelo em contexto urbano, utilizando como área de referência lote em Santa Maria-DF.

## **2 O MANUAL DA CASA DE TERRA: DA PESQUISA AO MODELO**

A elaboração do manual da casa de terra se inicia, enquanto Trabalho de Conclusão de Curso, a partir da pesquisa histórica sobre o uso do material na arquitetura vernacular brasileira e da compreensão da realidade habitacional nos centros urbanos e da dificuldade em levar arquitetura de qualidade às áreas periféricas, onde predomina a autoconstrução. Tendo como base esse panorama histórico e teórico, procurou-se compreender como se davam as técnicas em si a partir dos estudos de caso.

Após o levantamento e análise das referências, foi elaborada a proposta de residência modelo, onde foram utilizadas três diferentes técnicas construtivas a fim de demonstrar diferentes possibilidades do uso da terra. Como forma de garantir a eficácia da proposta do manual foram realizadas provas de teste com a terra retirada de lote vazio em Santa Maria-DF, que serviu como base para os cálculos e dimensionamento do projeto proposto.

### **2.1 Arquitetura de Terra e a Arquitetura Colonial no Brasil: Breve Panorama Histórico e Teórico**

A compreensão das possibilidades de uso das técnicas construtivas com terra na arquitetura contemporânea, como forma de atender à demanda da moradia popular, passa pela compreensão do uso dessa técnica na história da arquitetura brasileira. Dessa forma, foi indispensável compreender primeiramente o papel das populações indígenas na incorporação de tais técnicas na arquitetura colonial brasileira.

De acordo com censo realizado pelo IBGE em 2010, existiam cerca de 800 mil indígenas no Brasil. Essa população que encontra-se hoje espalhada pelo Brasil, ocupava grande parte do território antes da colonização e escravização por parte dos da coroa portuguesa. No campo da construção, a arquitetura indígena sempre foi capaz de priorizar as características naturais e climáticas do local. Segundo Alfonso Ramírez Ponce,

A premissa básica é que o conceito da chamada arquitetura regional ou indígena, corresponde a uma arquitetura pertencente ao seu lugar. Isto implica, três aspectos; o respeito à regionalidade cultural e social; a adaptação ou regionalização das obras ao meio e em terceiro lugar, a forma e os materiais com que as obras são construídas (PONCE, 2008, s/p).

As primeiras habitações indígenas avistadas pelos portugueses, nas proximidades do litoral, são descritas com a utilização de madeira e palha, ao adentrar a Mata atlântica, porém,

já era possível encontrar estruturas mais robustas, feitas de terras, principalmente de Taipa de mão, ou pau-a-pique. Para Catherine Jacqueline S. Gallois (2010, p. 118) ressalta a diversidade da arquitetura indígena, uma vez que “[...] as formas de ocupação do território e as habitações indígenas não são homogêneas, assim como são diversos os grupos indígenas”.

Assim, a extensão territorial, e conseqüentemente, a mudança climática e geográfica, faz com que as arquiteturas indígenas variem conforme sua localidade. A população original Kaingáng, por exemplo, presente majoritariamente na região sul do país, possuem habitações em formações circulares, semi enterradas, com variação de 2 a 13 metros de diâmetro, e altura entre 2,5 a 5 metros (SCHMITZ Apud D’ANGELIS, 2003).

A construção com terra e barro é encontrada principalmente nas regiões próximas à rios e lagos. Esse conhecimento dos materiais locais e das características bioclimáticas da região foram então explorados pelos portugueses durante o processo de dominação, escravização e evangelização dos povos indígenas, nos primeiros anos da colonização do Brasil. De acordo com Paulo Hernandes Gonçalves Silva em 2018, o povo Apinayé, residente no estado de Tocantins, utiliza em suas moradias materiais naturais provenientes da própria região:

[...] no que se refere à estrutura de sua aldeia, observa-se que os Apinayé possuem o hábito de localizar suas aldeias em campos abertos, muito próximas aos riachos e córregos. Quanto à construção das casas, são feitas de barro batido ou de palha, com a cumeeira coberta de palhas de palmeiras da região. Também se encontram casas com paredes internas confeccionadas com esteiras de palha de babaçu (GONÇALVES, 2018, p. 3).

Inicialmente, o processo de colonização ocorreu para a extração de recursos naturais e exploração da terra. A resistência dos povos indígenas aos trabalhos forçados fez com que a coroa portuguesa, que já explorava e colonizava parte dos territórios africanos, passasse a explorar os negros escravizados no trabalho forçado na colônia. Para a Dra. Maria Augusta Justi Pisani (2004, p.9) existiam “referências do uso das taipas em Portugal são registradas pelos escritores desde a presença romana e traduz sempre o uso da terra como o componente mais importante.” Porém, a incorporação dessas técnicas na colônia do Brasil foi reforçada também pelo domínio que a população africana e indígena possuía das técnicas construtivas com terra.

Os negros trazidos ao Brasil também conheciam processos construtivos que utilizavam a terra, algumas tribos empregavam estruturas preenchidas com barro, que apresentavam similaridades com as técnicas de algumas tribos brasileiras. O adobe também era conhecido dos africanos. Portanto, durante o início da colonização brasileira, todas as culturas componentes dominavam técnicas construtivas que utilizavam a terra como matéria-prima. A taipa executada no Brasil Colonial pode ser dividida em dois grandes grupos: a de pilão e a de mão (PISANI, 2004, p. 9).

A partir desse levantamento a pesquisa demonstra a adaptação das técnicas portuguesas a partir da observação das moradias indígenas e com a aplicação da mão-de-obra escravizada. Essas adaptações incorreram em uma arquitetura tipicamente brasileira, que ficou denominada na história como arquitetura colonial. Em algumas regiões do Brasil se consolidam técnicas específicas, a taipa de pilão se tornou característica da época dos Bandeirantes e foi popularizada na região de São Paulo. Segundo Ernani Silva Bruno (2001) “Nos primeiros séculos a técnica da taipa saiu do planalto paulista e foi utilizada em várias outras regiões de norte a sul do Brasil” (BRUNO, 2001, p. 14).

Villela (2019), aborda a utilização de adobe nas construções das moradias na arquitetura vernacular da cidade colonial brasileira de São Vicente de Minas. “Na cidade estudada, as casas, construídas nos séculos XVIII e XIX, eram todas térreas. O adobe foi a técnica inicialmente empregada, o que justifica a limitação do gabarito” (VILLELA, 2019, p. 6).

Conforme o arquiteto Luís Saia (apud SILVA, 2000), a arquitetura do século XVII foi marcada pela mistura de técnicas portuguesas, indígenas e africanas, o que chama de mestiçagem. Segundo SILVA (2000), as técnicas construtivas utilizadas nas residências da população comum eram feitas de pau-a-pique enquanto aquelas dos nobres eram executadas com taipa de pilão.

As técnicas mais utilizadas no Brasil eram então, a taipa de pilão e a taipa de mão ou pau-a-pique. A taipa de pilão, por necessitar de maiores esforço e contingente de mão de obra, era reservada somente aos prédios públicos, como Igrejas e Casas de Câmara, ou à residência das classes dirigentes da época. Tais prédios eram construídos com o uso luxuoso do óleo de baleia, como um componente importante para dar “liga” e resistência às paredes (SILVA, 2000, p. 26).

No século XIX, porém, houve a popularização do uso de tijolos cozidos. Seu primeiro impulsionador foi a olaria Falchi (BELLINGIERI, 2003, apud SILVA, 2009). O crescimento rápido da cidade de São Paulo estimulou o desenvolvimento da indústria de cerâmica, período em que houve o declínio de técnicas construtivas com barro cru. O século XX é marcado pela difusão do movimento moderno, período em que o concreto e o aço se tornam as principais técnicas construtivas no Brasil e no mundo. A arquitetura de terra se consolida no imaginário social como uma técnica rudimentar e rural.

Apenas com o advento do pós-modernismo, especificamente com os questionamentos colocados pelo regionalismo crítico, fortalecido no Brasil na figura de Severiano Porto, que o debate sobre o uso da arquitetura de terra é retomado. O uso de técnicas e materiais locais volta ao centro dos debates da Arquitetura frente à crise climática e à necessidade de técnicas construtivas sustentáveis e em equilíbrio com a natureza.

Assim, a arquitetura da terra no Brasil apresenta variedade e diferentes combinações, tendo sido resultado da junção de técnicas indígenas, europeias e africanas. Foi utilizada em regiões diversas, ao longo da extensão do território brasileiro e com adaptações no decorrer da variação do clima regional. Conforme visto, houve diferenciação no uso de técnicas, a depender da classe social, sendo considerada nobre a taipa de pilão. O crescimento populacional e o processo de industrialização das cidades contribuíram para que novas técnicas construtivas fossem inseridas no processo da construção civil, porém vemos cada vez mais exemplos de que o uso da terra vem sendo retomado em uma tomada de uma consciência ambiental, frente à necessidade de construções sustentáveis.

Assim, tendo como base o acervo histórico construído pelos nossos antepassados, busca-se neste projeto retomar as possibilidades da arquitetura com terra como uma possível solução para demandas de habitação no meio urbano, integrada às técnicas de tratamento de água e reuso de energia sustentáveis, possibilitando custos menores e um maior envolvimento da comunidade no processo construtivo das casas.

## **2.2 Estudos de Caso**

Na elaboração do manual, foram levantados quatro estudos de caso, sendo três residenciais e um escolar. A escolha dos projetos de referência teve como base as técnicas construtivas utilizadas em cada um deles, a fim de demonstrar no manual as diferentes técnicas possíveis em projetos já executados, assim o leitor pode compreender e verificar a aplicação das diversas técnicas em contextos diversos daquele incorporado ao imaginário comum de casas mal acabadas em zonas rurais. As localidades variam entre área urbana, casa de campo e zona rural. As construções ficam localizadas no Brasil e no México.

### **2.2.1 Casa da Mata e a força do Hiperadobe (Figura 1)**

Este projeto de uma unidade habitacional foi realizado em 2019 na região rural da cidade de Carmo da Cachoeira, sul de Minas Gerais. O projeto foi desenvolvido pelo escritório Bio Sul 33. A técnica predominante é o hiperadobe, o qual utiliza sacos de terra empilhados, de tal maneira a formar as paredes. Ao observarmos as imagens, é possível perceber que suas vedações possuem formas orgânicas com curvas suaves. Quanto à estrutura, percebe-se que suas paredes estruturais suportam seu telhado de laje.

Este projeto também fez uso de sistema de aquecimento de água, como também foi utilizado o aproveitamento de luz natural e ventilação por meio de shade na composição da cobertura. De acordo com os arquitetos, as janelas têm manilhas de poço como esquadrias e

arremate em metal e vidro basculante. E para o acabamento, a pintura foi feita com tinta de terra, cola e óleo.

**Figura 1** - Casa da Mata.



Fonte: Mapadaterra.org.

### 2.2.2 Casa de Taipa e a elegância da Taipa de Pilão (Figura 2)

Esta unidade de habitação está localizada na região de Cunha, interior do estado de São Paulo. O projeto foi desenvolvido pelo escritório Estúdio Piloti Arquitetura no ano de 2018. Possui 180 m<sup>2</sup>, é uma residência de campo. Na sua construção foram utilizadas combinações de técnicas construtivas, das quais destaca-se a sua face sul, construída em taipa de pilão. A fachada norte é composta por vidro e madeira e a parede de taipa foi escolhida devido às condições climáticas da região, já que atua de forma a preservar o calor nos ambientes internos nos períodos frios, e também mantêm a casa resfriada em períodos quentes.

**Figura 2** - Casa de Taipa.



Fonte: Mapadaterra.org.

### 2.2.3 Escola Ecoara e o Pau-a-pique (Figura 3)

Localizada na cidade de Valinhos, interior de São Paulo. Esta escola infantil é um projeto do escritório Shieh Arquitetos Associados, concluído em 2019. Com uma estrutura em madeira, suas paredes foram executadas com taipa de mão, ou pau-a-pique. Segundo os autores do projeto, por estar em um local alugado, era preciso construir de forma a otimizar os recursos e aproveitar toda a parte estrutural, esta pode ser desmontada e retirada do local. Como solução para as paredes o pau-a-pique mostrou-se economicamente viável, e com menor impacto ambiental no terreno.

Ao observar-se as imagens, chama atenção os acabamentos também em terra, como a pintura, e a parte de instalação elétrica, toda a mostra. Quanto a seu formato, trata-se de um galpão com uma só cobertura, seu interior é compartimentado em salas de aula com formato hexagonal. De acordo com a página web da escola, sua construção também teve o apoio da comunidade em mutirões com os pais para auxiliar na construção das paredes internas de pau-a-pique.

**Figura 3** - Escola Ecoara.



Fonte: archdaily.com.

#### 2.2.4 Casa Pinotepa e a tradição do Tijolo de Adobe

Este projeto foi desenvolvido no México, na cidade de Pinotepa Nacional. Foi realizado de modo colaborativo entre empreendedores, os habitantes do local, arquitetos e os escritórios: HDA, Hector Delmar Arquitectura, M+N Diseño. A iniciativa prevê moradias para atender a 38 (trinta e oito) famílias da comunidade rural. Propondo um design compacto e técnicas eficazes que se adaptam às condições do local.

Características do clima e topográficas foram levadas em consideração na idealização dos modelos. Para a otimização de recursos, foram utilizados materiais locais e tijolos de adobe pré-fabricados. A proposta é composta por dois volumes com laje, cada um destes deve abrigar a área privada e a área comum. Esta separação visa obter maior ventilação e conforto térmico, pois o local apresenta temperaturas elevadas.

Também chama a atenção a ausência de esquadrias para as janelas, sendo substituídas por pequenas aberturas entre os tijolos. Funcionam para entrada de luz natural e iluminação. O formato dos telhados faz referência às habitações vernaculares tradicionais da região, e tem o intuito de adaptar-se às características climáticas do local, onde a inclinação auxilia na dissipação do ar quente e controlar a sensação de umidade. A área gerada entre os dois blocos é entendida como um espaço de transição aberto e semi privado, ao mesmo tempo, onde são realizadas as atividades cotidianas, com uma área coberta para cozinha e alimentação, um banheiro para uso comum e um espaço livre para cultivo de uma horta ou para criação de animais.

**Figura 4** - Casa Pinotepa.



Fonte: [archdaily.com](http://archdaily.com).

## **2.3 A Casa Modelo de Santa Maria-DF**

A partir dos estudos de caso analisados, iniciou-se a estruturação do manual em torno da casa modelo de Santa Maria, no Distrito Federal. A escolha do sítio foi baseada em características ideais que poderiam ajudar a reduzir os custos da obra final, principalmente a partir das características do solo do local, a fim de verificar se poderia ser utilizado como base para a construção do projeto nas técnicas propostas.

Assim, o lote escolhido para a intervenção está localizado no Conjunto L da Quadra 403 na cidade de Santa Maria – DF, a qual é a XIII RA (Região Administrativa) e foi inaugurada em 1993. O solo do sítio escolhido é do tipo vermelha, que possui baixa composição orgânica e é rico em ferro. O lote apresenta também curvas de níveis acentuadas, sendo uma característica positiva, uma vez que a partir de sua terraplanagem todo ou grande parte terra pode ser retirada do próprio lote.

O manual apresenta também o teste de qualidade da terra, que deve ser realizado antes de iniciar a obra, a fim de verificar em que proporção é necessário a adição de outros agregados. Para isso é realizado um teste de sedimentação que determina a qualidade do solo.

### **2.3.1 Projeto Arquitetônico Expansível**

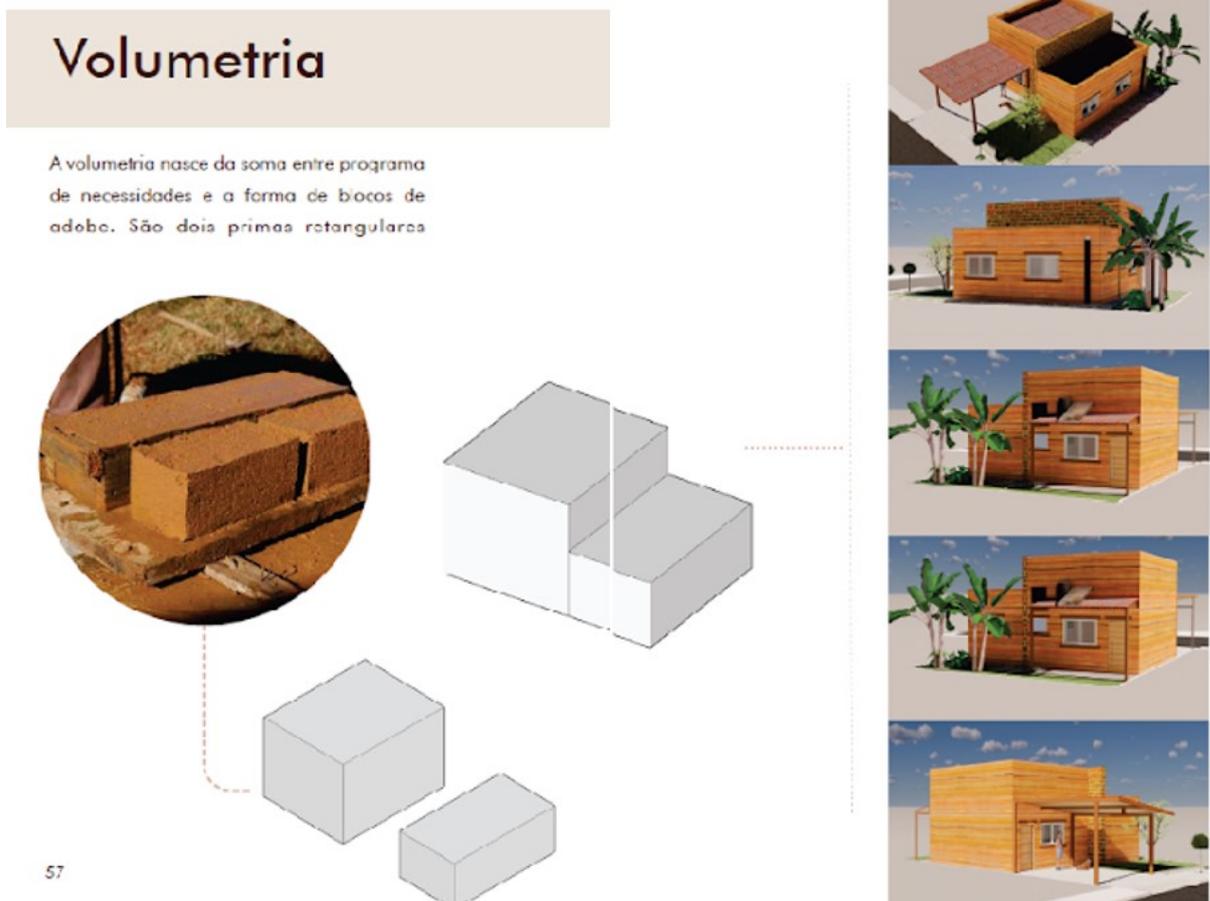
O projeto tem como foco principal oferecer uma habitação unifamiliar com conforto térmico, segurança e sustentabilidade e, somados a estes, o tratamento ecológico de água e esgoto, o reaproveitamento de água pluvial e o aquecimento alternativo de água. O objetivo foi proporcionar uma residência que gerasse o menor impacto ambiental desde a construção ao resultado final, possibilitando maior qualidade de vida para seus moradores e a possibilidade de expansão, podendo assim atender diferentes configurações familiares.

O manual foi elaborado então em torno da proposta da casa modelo, inserida em contexto urbano, apresentando o roteiro passo-a-passo de cada técnica, bem como da construção da própria casa, podendo ser utilizada por profissionais inseridos em regiões com grande demanda de habitação popular de baixo custo, com a miscigenação de técnicas da arquitetura da terra. Dessa forma, a alvenaria externa seria executada em adobe e taipa de pilão, por terem características estruturais, as divisões internas da residência com pau-a-pique, recebendo acabamento em reboco de terra. Alinhado a isso, o projeto prevê aquecimento de água solar e aproveitamento de águas pluviais em algumas atividades domésticas, bem como o tratamento do esgoto no próprio lote.

Assume-se como conceito para o partido do projeto a noção de acolhimento e conforto proporcionados pelo lar como um local subjetivo onde os habitantes se reconhecem e produzem memória, constroem a própria identidade, agregado à retomada da inspiração histórica de cultura e identidade brasileira. Já as soluções arquitetônicas partem da junção entre as técnicas construtivas, condições bioclimáticas e programa de necessidades.

O partido arquitetônico tem como objetivo trazer segurança, conforto térmico e soluções ecológicas no manuseio de águas, tomando como ideia inicial dois prismas retangulares em volumes simples, de fácil levantamento e entendimento, inspirados nos tijolos adobe. As massas em alturas diferentes (Figuras 5 e 6) proporcionam ventilação cruzada aos ambientes, possibilitam a entrada de luz natural e dão movimento e personalidade à residência.

Figura 5 – Volumetria.



Fonte: Das autoras (2021).

**Figura 6** - Layout e Implantação.



Fonte: Das autoras (2021)

### 2.3.2 As técnicas utilizadas

Foram utilizadas três técnicas principais na proposta do manual. Cada uma delas foi descrita tanto quanto ao seu processo de fabricação quanto à maneira de utilização. A primeira técnica apresentada é o tijolo de adobe, o tijolo de adobe é confeccionado em fôrmas de madeira, e secá-los ao sol ou à sombra. Seu formato pode apresentar variações nas dimensões, sendo as mais comuns 5x10x20, 8x10x40 e 10x15x40. Para a impermeabilização das fôrmas, estas devem estar limpas, lisas e com uma camada de óleo queimado. Como as quinças das paredes são expostas a ações do clima e pancadas eventuais, para estas áreas é preferível a confecção de adobes com cantos arredondados (LENGEN, 2021).

Para a confecção de tijolos de adobe, a massa é composta por barro, água e palha. O esterco de cavalo ou gado pode substituir a palha. A terra ideal para a confecção de adobe deve ser rica em areia e argila. A quantidade de areia deve ser igual ou duas vezes a de argila e a massa deve ser colocada nas fôrmas untadas com óleo queimado ou revestidas com plástico, assim o tijolo não gruda nas suas laterais. O material deve ser colocado aos poucos e sendo ajustado no molde para não formar bolhas ou falhas. De imediato a fôrma pode ser

retirada. O bloco não pode sofrer deformações, deve permanecer intacto, assim começa o processo de secagem (Figura 7).

Figura 7 - Manual: Adobe.



Fonte: Das autoras (2021).

Para execução das paredes de adobe a técnica de montagem é similar à do tijolo cozido, os blocos devem ser amarrados, e a massa de barro pode ser utilizada como argamassa. Para evitar desgaste por umidade, as paredes de adobe ou terra não podem estar diretamente ao nível do piso em contato com o solo, por isso o baldrame da edificação deve ser executado em concreto ou pedra. Uma faixa do baldrame com pelo menos 20cm deve ficar acima do piso, a partir de onde os tijolos de adobe podem ser assentados.

A segunda técnica apresentada é a taipa de pilão. Nessa técnica são executadas paredes sólidas e portantes construídas de forma monolítica. O barro é compactado em camadas dentro de uma fôrma de madeira “taipal” com auxílio de um pilão. Após a compactação do conteúdo dentro da fôrma, esta é movida para a repetição da próxima etapa (SILVA, 2000). Para Caldas (2021, p. 52) “A taipa de pilão pode ser caracterizada como um elemento estrutural moldado no local com elevada resistência à compressão e baixa resistência à tração”. Quanto aos materiais necessários: solo, areia (quando necessário para correção), água, estabilizante químico, sendo o cimento e a cal hidratada os mais comuns (NEVES, FARIA, 2011, apud CALDAS, 2021).

As paredes de taipa de pilão são construídas em etapas por fôrmas pré-moldadas e reutilizáveis. O material pode ser em madeira chapa metálica. A espessura da parede de taipa de pilão depende de sua altura, via de regra, para cada 1m de altura, 10 cm de largura. Essa informação é importante pois interfere na confecção do molde (Figura 8).

Figura 8 - Manual Taipa de pilão.



Fonte: Das autoras (2021).

Por fim, apresenta-se a técnica do pau-a-pique, utilizado nas divisórias internas da residência. O nome “pau-a-pique” se refere às estruturas de madeira ou bambu, que são colocadas sobre o baldrame (VASCONCELOS, 1979, apud SILVA, 2000). É uma técnica de vedação com terra crua misturada a palha e água até formar uma massa húmida. Não possui características portantes, logo, é preciso a utilização de uma estrutura emoldurada em madeira ou bambu (Figura 9).

Segundo OLENDER (2006, p. 56) “A trama ou esqueleto de uma parede de pau a pique é o elemento estruturador da própria parede; é ela que sustenta o enchimento de barro e que faz a ligação dessa “estrutura de vedação”[...] à estrutura autônoma.”. A massa precisa ser jogada de forma manual por ambos os lados da parede de forma simultânea (FIGUEIREDO, 2011, apud LISBOA, 2019).

Figura 9 - Manual: Pau-a-pique.



Fonte: Das autoras (2021).

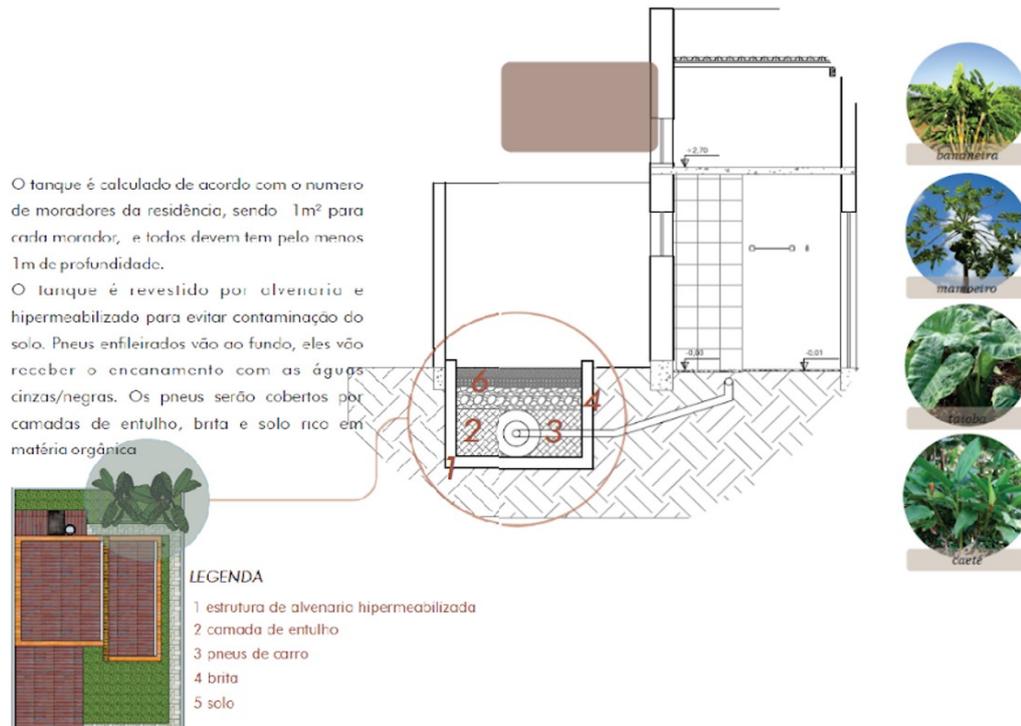
### 2.3.3 Água, energia e esgoto

O tratamento de água e alternativas de fontes energéticas possibilitam eficiência ecológica. Para o tratamento de água propõe-se o tanque de evapotranspiração, o esgoto produzido pelas residências, quando não tratado de maneira correta pode acarretar em contaminação do solo, água e meio ambiente. O sistema de infraestrutura para tratamento adequado destes resíduos custa caro para os cofres públicos (BENJAMIN, 2013). Uma alternativa de baixo custo e complexibilidade construtiva é o TEVAP – tanque de evapotranspiração, que é um sistema de tratamento para águas negras e cinzas capaz de fazer o tratamento por meio de filtragem com camadas de entulho, areia, pedra, terra e plantas específicas.

O tanque é calculado de acordo com o número de moradores da residência, sendo 1m<sup>2</sup> para cada morador, e todos devem ter pelo menos 1m de profundidade. O tanque é revestido por alvenaria e impermeabilizado para evitar contaminação do solo. Pneus enfileirados vão ao fundo, eles vão receber o encanamento com as águas cinzas/negras. Os pneus serão cobertos por camadas de entulho, brita e solo rico em matéria orgânica e a vegetação utilizada sobre o tanque deve ter folhas largas e raízes finas. Assim, depois de

puxar a água do fundo do tanque com suas raízes, suas folhas largas favorecem o processo de evaporação da água (Figura 10).

Figura 10 – TEVAP.



Fonte: Das autoras (2021).

Pensando em reduzir o custo elétrico, uma alternativa é fazer o aquecimento da água para o banho com a utilização de energia solar. Assim, foi proposto sistema de aquecimento solar da água auto-construído, o chuveiro elétrico é um dos aparelhos domésticos que mais consomem energia em uma residência. Nesse sistema, a água, dentro de encanamento adequado, é exposta a incidência solar ao longo do dia e o calor do sol aquece essa água que é utilizada depois no chuveiro. O sistema simples é composto por encanamento, reservatório de plástico, madeira e vidro.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arquitetura da terra faz parte do processo histórico cultural do Brasil conforme foi descrito ao longo deste trabalho de conclusão de curso. A diversificação de técnicas construtivas com barro cru advinda dos povos indígenas, africanos e europeus ajudaram a formar a Arquitetura Brasileira, sendo as técnicas que mais se popularizaram pelo Brasil foram taipa de pilão e pau-a-pique. A variação no uso da arquitetura da terra também pode ser vista de acordo com o clima do local, uma vez que a terra é favorável ao controle térmico da edificação.

Este trabalho de conclusão de curso ajuda a entender como a arquitetura da terra pode ser utilizada em moradias urbanas; em específico na região Centro-Oeste, que devido sua zona bioclimática, requer a utilização de paredes pesadas para o conforto térmico. O barro é um material de baixo custo quando comparado a produtos industrializados; e pode ser retirado do próprio sítio a depender do tipo de solo, o que pode reduzir o custo da construção e ser acessível às classes de baixa renda.

O projeto da casa modelo possibilita possíveis expansões futuras de acordo com a necessidade e perfil familiar. Alinhado a isto, também estão previstos tanque de evapotranspiração e sistema de aquecimento solar, para o tratamento de resíduos e aquecimento da água do chuveiro respectivamente.

A arquitetura da terra faz parte do patrimônio imaterial brasileiro, e mostra-se como alternativa viável em termos ecológicos e sustentáveis para elaboração de moradias populares em centros urbanos. As aplicações destas técnicas contribuem na preservação do meio ambiente e na qualidade habitacional da população e o manual da casa de terra permite a expansão desse conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: **Desempenho térmico de edificações**. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2003. ATLAS ESGOTOS. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 28 ago. 2021.

BARATTO, R. **85% dos brasileiros constroem sem o auxílio de arquitetos ou engenheiros**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/775189/85-percent-dos-brasileiros-constroem-sem-o-auxilio-de-arquitetos-ou-engenheiros>. Acesso em: 01 dez. 2021.

BRANCO, B. C. Arquitetura indígena brasileira: da descoberta aos dias atuais. **Revista de arqueologia**. São Paulo, 1993. Disponível em: <https://www.revista.sabnet.org/index.php/sab/article/view/95/607>. Acesso em: 06 set. 2021.

BRASIL. **Constituição Federal (1988)**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 03 nov. 2021.

BRUNO, E. S. **Equipamentos, usos e costumes da casa brasileira**: Costumes. Coedição: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo e Museu da Casa Brasileira. São Paulo, 2001.

CALDAS, L. R; MARTINS, A. P. S.; FILHO, R. D. T. **Construção com terra no Brasil**: avaliação ambiental da taipa de pilão. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8656279/27023>. Acesso em: 26 nov. 2021.

- CUSTÓDIO, J. A. C. **A arquitetura de defesa no Brasil Colonial**. Disponível em: [file:///C:/Users/regin/OneDrive/Documents/Arquitetura%20e%20Urbanismo/TFG/CAMADA S%20GEOPORTAL/9224-34026-1-PB.pdf](file:///C:/Users/regin/OneDrive/Documents/Arquitetura%20e%20Urbanismo/TFG/CAMADA%20GEOPORTAL/9224-34026-1-PB.pdf). Acesso em: 30 out. 2021.
- D'ANGELIS, W. R; VEIGA, J. Habitação e acampamentos Kaingang hoje e no passado. **Revista Caderno do Ceom**. Chapecó, Santa Catarina, 2003. Disponível em: [http://www.portalkaingang.org/habitacao\\_e\\_acampamentos.pdf](http://www.portalkaingang.org/habitacao_e_acampamentos.pdf). Acesso 17 set. 2021.
- FRIDMAN. Fânia. **Breve história do debate sobre a cidade colonial brasileira**. A cidade como história. EDUFBA, Salvador, 2005.
- GALLOIS, C. G. S. Arquitetura indígena, territorialidade e patrimônio cultural: por um inventário da arquitetura indígena brasileira. In: **Anais do ArquiMemória 3 - Encontro Nacional de Arquitetos sobre Preservação do Patrimônio Edificado**. Salvador: Centro de Convenções da Bahia, 2008.
- HERNANDES, P. H. G.S; ALBUQUERQUE, F.E. letramento indígena: **a caracterização das moradias tradicionais do povo Apinayé**. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2018/anais/arquivos/RE\\_0003\\_0002\\_02.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2018/anais/arquivos/RE_0003_0002_02.pdf). Acesso em: 17 out. 2021.
- JUNIOR, I. S. T.; MARTINS, L. C. **O uso de solo-cimento em construção de alvenaria sustentável**. Disponível em: [https://confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/6\\_audsecdas.pdf](https://confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/6_audsecdas.pdf). Acesso em: 27 nov. 2021.
- LENGEN. Johan van Lengen. **Manual do Arquiteto descalço**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.
- NOVATO, F. G. C. A. **Tijolos de adobe de solo-cimento com adição de resíduo de recapagem de pneus**. Disponível em [https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/1058/1/TCC\\_2019\\_Fernanda%20Gabriela%20Cardoso%20Alves%20Novato.pdf](https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/1058/1/TCC_2019_Fernanda%20Gabriela%20Cardoso%20Alves%20Novato.pdf). Acesso em: 26 nov. 2021.
- PECLY, M. H. S.; ARAUJO, R. S. **A casa brasileira do período colonial à arquitetura moderna**. Disponível em: [https://ojs3.perspectivasonline.com.br/humanas\\_sociais\\_e\\_aplicadas/article/view/554/476](https://ojs3.perspectivasonline.com.br/humanas_sociais_e_aplicadas/article/view/554/476). Acesso em: 13 set. 2021.
- PEREIRA, V. M. T. B. **A herança da arquitetura africana nas comunidades quilombolas**. Disponível em: [https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/2019-01/1548856701\\_aeccf5e84be74e0eb3e13289e746e116.pdf](https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/2019-01/1548856701_aeccf5e84be74e0eb3e13289e746e116.pdf). Acesso em: 17 set. 2021.
- PISANI, M.A.J. **Taipas: a arquitetura de terra**. Disponível em [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Augusta-Pisani-2/publication/271829655\\_TAIPAS\\_A\\_ARQUITETURA\\_DE\\_TERRA/links/54d27cd10cf2b0c61469bf06/TAIPAS-A-ARQUITETURA-DE-TERRA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Augusta-Pisani-2/publication/271829655_TAIPAS_A_ARQUITETURA_DE_TERRA/links/54d27cd10cf2b0c61469bf06/TAIPAS-A-ARQUITETURA-DE-TERRA.pdf). Acesso em: 13 set. 2021.
- PONCE, A. R. **Arquitetura regional e sustentável**. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.095/150>. Acesso em :06 set. 2021.
- SÁ, W. L. F. **Autoconstrução na cidade informal: relações com a Política Habitacional e Formas de Financiamento**. Disponível em:

[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/2879/1/arquivo154\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/2879/1/arquivo154_1.pdf). Acesso em: 01 dez. 2021.

SILVA, A. V. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do ceará – da extração da matéria-prima à fabricação.** Disponível em:  
[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2009/Analise%20do%20Processo%20Produtivo%20dos%20Tijolos%20Ceramicos%20no%20Estado%20do%20Ceara.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2009/Analise%20do%20Processo%20Produtivo%20dos%20Tijolos%20Ceramicos%20no%20Estado%20do%20Ceara.pdf). Acesso em: 26 nov. 2021.

SILVA, C. G. T. **Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua.** Disponível em:  
[https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/4736/2/ve\\_CI%c3%a1udia\\_Gon%c3%a7alves\\_EN SP\\_2000](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/4736/2/ve_CI%c3%a1udia_Gon%c3%a7alves_EN SP_2000). Acesso em: 25 nov. 2021.

SOUSA, Regina Rocha de. **Arquitetura da Terra em Contexto Urbano.** 2022. 89 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – UNICEPLAC.

UNESCO. **Convenção para a salvaguarda do patrimônio cultural imaterial.** Paris, França. 2003. Disponível em:  
<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Convencao%20Salvaguarda%20Patrim%20Cult%20Imaterial%202003.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2021.