



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

GUILHERME CRUZATTO CANCELA

**TAIPA DE PILÃO: ALTERNATIVA
À CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL**

UBÁ/MG

2021

GUILHERME CRUZATTO CANCELA

**TAIPA DE PILÃO: ALTERNATIVA
À CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia Civil
da Fundação Presidente Antônio Carlos de
Ubá como requisito parcial para obtenção
do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. José Damato Neto

UBÁ/MG

2021

RESUMO

Tendo em vista a grande difusão do conceito de sustentabilidade pela sociedade contemporânea e a busca cada vez mais expressiva por minimizar a geração de resíduos sólidos oriundos da construção civil, as técnicas de construções com terra crua ganham relevância e despontam no cenário construtivo como sendo uma alternativa de grande chamariz ambiental e de metodologia simplificada. O objetivo da presente pesquisa é avaliar o método da taipa de pilão e seu emprego em construções ao longo da história, elencar as vantagens e desvantagens quanto a utilização da terra como material de construção civil, seu potencial construtivo e seu cunho ambiental. Explora-se também o novo fôlego que a arquitetura tem trago para a taipa de pilão em construções contemporâneas que priorizam a grandiosidade estética. A metodologia utilizada nesta monografia baseou-se em uma pesquisa bibliográfica. Verificou-se que a taipa de pilão vai de acordo com o conceito buscado pelo setor civil que prioriza construções que visam reduzir os danos ambientais de forma mútua a atender aos padrões estéticos modernos e garantir conforto e habitabilidade às edificações.

Palavras chaves: Terra crua. Construção sustentável. Edificação de terra.

ABSTRACT

In view of the wide dissemination of the concept of sustainability by contemporary society and the increasingly expressive search to minimize the generation of solid waste from civil construction, construction techniques with raw earth gain survival and emerge in the construction scenario as an alternative of great environmental attraction and simplified methodology. The objective of the present research is to evaluate the method of rammed earth and its use in constructions throughout history, listing the advantages and disadvantages regarding the use of land as a civil construction material, its constructive potential and its environmental nature. It also explores the new breath that architecture has brought to the rammed earth in contemporary buildings that prioritize aesthetic grandeur. The methodology used in this monography was based on a bibliographical research. It was found that the rammed earth is in accordance with the concept sought by the civil sector that prioritizes constructions that aim to reduce environmental damage in a mutual way, meeting modern aesthetic standards and guaranteeing comfort and habitability to buildings.

Key words: Raw land. Sustainable construction. Earth building.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 DESENVOLVIMENTO	7
2.1 Construção em terra crua	7
2.1.1 Tipologias de construção com terra crua	8
2.1.1.1 <i>Adobe</i>	8
2.1.1.2 <i>Pau a pique</i>	9
2.1.1.3 <i>Taipa de pilão</i>	10
2.2 Contextualização histórica	12
2.2.1 Taipa de pilão no mundo	12
2.2.2 Taipa de pilão no Brasil	15
2.3 Construção com taipa de pilão	18
2.3.1 Materiais	18
2.3.1.1 <i>Solo</i>	18
2.3.1.2 <i>Taipal ou taipa</i>	19
2.3.1.3 <i>Pilão ou maço</i>	20
2.3.2 Etapas de Construção	21
2.3.2.1 <i>Terreno e Fundação</i>	21
2.3.2.2 <i>Preparação do Solo</i>	22
2.3.2.3 <i>Montagem do taipal, compactação e finalização</i>	23
2.3.2.4 <i>Vãos de janelas e portas e instalações elétricas e hidráulicas</i>	25
2.3.3 Vantagens	26
2.3.4 Desvantagens	28
2.4 Desuso das construções com terra	29
2.5 Retomada das construções com terra	32
2.5.1 Taipa mecanizada e taipa pré-fabricada	34
2.5.2 Tendência Arquitetônica	36
2.5.3 Construções Contemporâneas	37
2.5.2.1 <i>Casa no Arizona</i>	37
2.5.2.2 <i>Hive Earth</i>	38
2.5.2.3 <i>Casa Paulista e Café Experiência</i>	39
2.5.2.4 <i>Centro de Saúde em Newman</i>	41
2.5.2.5 <i>Pavilhão Marrocos Expo 2020</i>	41
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

Estabelecida sobre metodologias empíricas, a construção civil foi fundamental para garantir a sobrevivência humana desde os tempos primitivos, uma vez que garantia o abrigo dos homens das intempéries naturais, além da seguridade a ameaças predatórias e condicionava os mesmos a uma demarcação territorial.

Tais construções se tratavam de metodologias arcaicas que tinham como base a utilização máxima de materiais naturais disponíveis localmente. Dentre todos, o solo figura como sendo o mais antigo e de maior recorrência, empregado em edificações tanto de cunho habitacional quanto para templos religiosos.

As técnicas que utilizam as metodologias de construção com terra crua são numerosas e passíveis de adaptação conforme o período e local empregado, todavia, os tijolos adobe, a taipa de mão e a taipa de pilão são comumente elencadas como sendo as três principais representantes da técnica supracitada.

A construção com terra sofreu grande desuso quando a terra crua foi substituída pelo tijolo cozido e posteriormente a utilização de novos materiais industrializados e provenientes de distintos locais. Assim, ficou caracterizado a utilizações de terra como sendo um método antigo, comumente associados aos grupos sociais menos favorecidos e com menor poder aquisitivo.

A inserção dos materiais industrializados resultou em uma massificação dos métodos construtivos e consolidou a alvenaria convencional como principal metodologia empregada em construções no Brasil, todavia, o cenário outrora consolidado tem sofrido alterações que visam estabelecer iniciativas mais sustentáveis e de cunho ambiental.

A sustentabilidade tornou-se um assunto abrangente e proeminente entre as inúmeras esferas da sociedade contemporânea. Tal termo trata-se da capacidade de produzir e saciar as necessidades atuais de forma consciente e que não comprometa as gerações vindouras. O foco principal abordado é uma série de iniciativas que tenham êxito em atrelar o desenvolvimento e suprimento das necessidades humanas com a preservação natural e redução dos danos ambientais.

Aliado a isto, a procura massiva do homem por reconexão com a natureza e o reflexo de humanização de suas casas se materializou em pessoas que buscam um lar com personalidade, identidade e que refletem ideais pessoais.

Devido a isto, as construções com terra crua têm ganhado sobrevida novamente e despontam como uma metodologia resgatada do passado concomitantemente com as necessidades das construções atuais.

Sob essa ótica, a taipa de pilão ganha relevância como uma alternativa construtiva contemporânea devido ao seu potencial sustentável e arquitetônico. Atualmente a taipa de pilão surge como uma tendência da arquitetura e da decoração para os próximos anos, devido ao refinamento ocasionado pela tecnologia atual e a capacidade de geração de construções inteligentes.

Assim, o objetivo da presente pesquisa é avaliar o método da taipa de pilão e seu emprego em construções ao longo da história, elencar as vantagens e desvantagens quanto a utilização da terra como material de construção civil, seu potencial construtivo e seu cunho ambiental.

A taipa de pilão é uma metodologia com grande potencial subaproveitado na construção contemporânea, que possui características arquitetônicas atrativas para as demandas estéticas atuais e que possui grande chamariz sustentável.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Construção em terra crua

Para saciar sua vontade inerente de avanço e modificação do meio atual, o homem, diferentemente de todos os outros animais, produz aquilo que não se encontra disponível na natureza, forjando uma adaptação do meio natural a si e a suas vontades (SILVA, 2000).

A utilização massiva de recursos naturais foi fundamental para a segurança e manutenção da sobrevivência humana, principalmente no que diz respeito a construções que visavam abrigar e proteger os homens de intempéries naturais e ameaças predatórias (OLENDER, 2006).

Consolidada como sendo um dos materiais mais antigos empregados em construções humanas, a terra permanece com datação incerta no que diz respeito à origem da utilização como um material de construção de edificações, todavia descobertas arqueológicas apontam como sendo próximo de 9000 a.C.

De acordo com Minke (2012, p.11):

As técnicas de construção com terra são conhecidas há mais de 9000 anos. Casas feitas com tijolos de lama (adobes) construídas entre 8000 e 6000 A.C. foram descobertas no Turquemenistão Russo (Pumpelly, 1908). Fundações de terra batida [taipa] de cerca de 5000 a.C. foram encontradas na Assíria.

Conforme exemplifica Pisani (2004), a utilização do solo em tempos antigos pode ser observada em países como Egito e China. Neste primeiro, tijolos de terra crua serviam para a elevação de fortificações e residências que contavam ainda com finas camadas de areia para assentamento dos blocos. No país asiático temos como exemplo a Grande Muralha da China, edificada com argila compactada entre alvenarias duplas de pedras.

Favorável a estas, Prompt e Borella (2010, p.3) enfatizam que:

A arquitetura de terra crua, hoje resgatada na bioconstrução, tem origens na antiguidade. Vestígios de fundações feitas de taipa de pilão no ano de 9.000

A.C. foram encontrados na Palestina, demonstrando que as cidades mais antigas do mundo foram construídas em terra crua.

O vasto uso da terra em tempos antigos pode ser explicado devido a facilidade de obtenção desta matéria-prima, devido as suas inúmeras propriedades físicas e devido a fácil trabalhabilidade do solo, uma vez que este não apresentava necessidade de ferramentas ou equipamentos complexos.

Nos dias atuais, estima-se que um terço da população mundial ainda habita em casas construídas com a utilização das técnicas de terra crua, sendo que as maiores incidências de observância destas moradias recaem sobre os países em desenvolvimento (MINKE, 2012).

2.1.1 Tipologias de construção com terra crua

Fundamentado por conhecimentos empíricos, as técnicas construtivas envolvendo as edificações com terra crua foram transmitidas ao longo dos séculos e empregadas em distintos locais distribuídos pelo globo terrestre. Foram amplamente adaptados conforme a disponibilidade e qualidade do solo local e conforme avançavam as descobertas sobre as propriedades e capacidades dos solos (OLENDER, 2006).

As metodologias de construção com terra crua são numerosas e variáveis ao longo da história de acordo com o período empregado, o clima local e as características culturais. Segundo a norma brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 16814, de 2020, as técnicas que utilizam as metodologias de construção com terra crua são passíveis de adaptação, todavia o tijolo adobe, a taipa de mão e a taipa de pilão são comumente elencadas como sendo as três principais representantes da técnica supracitada.

2.1.1.1 Adobe

Segundo a NBR 16814 (ABNT, 2020, p.6-8), o adobe (FIG. 1) tem sua definição principal como sendo um “bloco de barro, moldado e seco ao ar”, sendo este de “solo arenoargiloso, em estado plástico firme (barro), moldado em formas, desmoldado logo em seguida”.

A fabricação dos tijolos adobe ocorre com o preenchimento de moldes com loma¹ ou pedaços de terra úmida. Este procedimento requer o emprego de força física para que o material se adapte corretamente ao molde, podendo ser este de tipos variados (MINKE, 2012).

Figura 1 - Tijolos adobe em fase de secagem



Fonte: Casa de Barro (2013)²

Atualmente variações desta técnica, conhecidas como superadobe e hiperadobe, são empregadas em algumas edificações que fazem da bioconstrução sua vertente construtiva. Tais aprimoramentos consistem, de forma geral, em solos argilosos compactados em sacos que posteriormente são empilhados para dar forma a estrutura (MARTINS, 2016)³.

2.1.1.2 *Pau a pique*

As paredes de pau a pique (FIG. 2), também comumente denominadas de taipa de mão ou taipa de sopapo, foram amplamente empregadas em solo brasileiro desde o início da colonização (OLENDER, 2006).

¹ Loma é a mistura de argila, silte, areia, cascalho e pedras, não contendo matéria orgânica (húmus).

² <http://projetojeriva.blogspot.com/p/bioconstrucao.html>

³ <http://mcmvconstrucao.blogspot.com/2016/02/hiperadobe-x-superadobe.html>

Silva (2000) descreve o processo construtivo do pau a pique como sendo a confecção de uma trama de madeira ou de bambu com barro pressionado entre as aberturas dessa trama. A trama é recoberta de forma a se vedar totalmente a parte interna e externa da estrutura. O barro deve ser apertado e trabalhado sobre a trama com a mão, de forma a melhor compactá-lo.

Figura 2 - Construção utilizando a taipa de mão



Fonte: Sienge (2020)⁴

Conforme complementa a NBR 16814 (ABNT, 2020), a técnica consiste no preenchimento de uma malha de madeira de seção pequena com um solo argiloso e em estado plástico mole. A malha de madeira fica conectada em uma estrutura fixa de madeira, composta de vigas e pilares, que garantem a sustentação e resistência da estrutura. O solo é aplicado em camadas diversas com intercalação por processo de secagem.

2.1.1.3 Taipa de pilão

Pisani (2004, p.9), parafraseia sobre a etimologia da palavra ao afirmar que “o termo taipa, genericamente empregado, significa a utilização de solo, argila ou terra como matéria-prima básica de construção. A origem, provavelmente árabe do vocábulo, entrou para a língua portuguesa por influência mourisca”.

Concisamente, o processo construtivo da taipa de pilão pode ser descrito como a construção de paredes utilizando terra compactada em formas de madeira. A compactação ocorre com o auxílio de um pilão e como em qualquer estrutura de terra

⁴ <https://www.sienge.com.br/blog/construcoes-em-taipa-de-mao/>

crua, se faz necessário uma fundação impermeabilizada que fique localizada acima do solo (TELLI, 2014).

Complementar a estes, a taipa de pilão (FIG. 3) é descrita na NBR 16814 (ABNT, 2020) como sendo composta de solo majoritariamente arenoso e com umidade de compactação o mais próximo possível ao nível ótimo. Além disto, o solo é compactado em camadas consecutivas que são executadas dentro de formas móveis e resultam em paredes monolíticas de terra.

Figura 3 - Construção utilizando a Taipa de Pilão



Fonte: Taipal (2014)⁵

Seguindo com as definições sobre a taipa de pilão, é correto afirmar que a mesma origina uma estrutura autoportante de massa homogênea que adquire resistência e solidez através do apiloamento⁶ (VAN EIJK; SOUZA, 2006).

Vantajoso devido a utilização do próprio solo em sua forma natural, ou mesmo acrescida de aditivos para melhoramento de suas características, a construção com a técnica de taipa de pilão aliada aos avanços tecnológicos pode ser capaz de resultar estruturas mais resistentes, duráveis e modernas. A técnica que foi difundida no mundo desde os tempos primórdios continua tendo utilização em dias atuais por motivos distintos, que podem ser exemplificados em fatores ambientais, econômicos e sociais (SATO, 2011).

Ainda sobre, Torgal, Eires e Jalali (2009) afirmam que por se tratar de uma técnica que utiliza poucas quantidades de água em sua concepção, a incidência de edificações de taipa é mais recorrente em locais onde não há abundância hídrica. Essas paredes contam com incorporação de outros materiais para fornecimento de

⁵ <https://www.taipal.com.br/casa-brasil>

⁶ Apiloamento é a ação ou efeito de comprimir, esmagar.

reforço ao solo quando as propriedades do mesmo não apresentam as características desejadas para a estabilização de paredes.

Minke (2012), expande o olhar sobre a técnica de taipa de pilão ao abordar a mecanização desta metodologia. Segundo o autor cofragens⁷ sofisticadas e batedores eléctricos ou pneumáticos fornecem uma redução significativa na mão de obra utilizada para a confecção das paredes monolíticas, o que resulta em uma utilização expressiva desta técnica em países industrializados. Devido a alternativas econômicas e ecológicas, essa mecanização do método pode ser uma alternativa viável para com a alvenaria convencional.

2.2 Contextualização histórica

Conforme abordado em tópico anterior, não é consensual a data inicial para as construções utilizando a terra como matéria prima principal, todavia sabe-se que as edificações com esta técnica foram numerosas e encontradas em distintas localidades do mundo. Há indícios de ruínas que faziam a utilização desta técnica encontradas no Oriente, na Ásia, na África, na Europa e em solo americano (MINKE, 2012).

Conforme apontam as descobertas arqueológicas, afirmar que o emprego de terra crua na construção de edificações partiu juntamente com o início das primeiras sociedades agrícolas tende a ser algo que se aproxime verdadeiramente da progressão dos fatos (TORGAL; EIRES; JALALI, 2009).

2.2.1 Taipa de pilão no mundo

Conforme afirma Minke (2012, p.54):

Durante muitos séculos, em todos os cinco continentes, a terra batida (taipa) têm sido amplamente utilizada como um meio tradicional de construção de paredes. De fato, fundações em terra batida, datadas de até 5000 A.C. foram descobertas na Assíria. [...] Esta técnica é designada por pisé de terre ou terre pisé, em francês; em espanhol é conhecida por barro apisonado ou tapial; e o termo alemão é Stampflembau [...] em português é conhecida por taipa e em Inglês por rammed eart.

⁷ Cofragem é o nome dado para forma ou molde. No caso em específico da taipa de pilão, a cofragem é composta por duas tábuas paralelas ligadas por espaçadores.

A Grande Muralha da China, cujo início de sua construção data aproximadamente 3000 anos e levou cerca de 20 séculos para sua conclusão, apresenta ainda hoje trechos extensos construídos em taipa (FIG. 4). Vale ressaltar que grandes trechos construídos em taipa foram posteriormente revestidos com alvenaria de pedra. (TORGAL; EIRES; JALALI, 2009).

Figura 4 - Trecho da Grande Muralha da China



Fonte: ResearchGate (2017)⁸

Fernandes (2013) sustenta que a China foi, dentre todos os países orientais, o que apresentou maior diversidade e escalabilidade em edificação em que a arquitetura de taipa figurava como protagonista.

Na Europa, as construções com taipas são observadas em prédios públicos, edificações históricas, templos religiosos e principalmente em propriedades rurais situadas no interior de países como França e Espanha. A Alemanha ganha destaque devido ao massivo emprego da técnica de construções com terra crua no período pós Segunda Guerra Mundial. Esta alternativa, empregada principalmente entre os anos 1945 e 1955, foi utilizada para sanar o problema habitacional decorrente de refugiados de guerra e de imigrantes oriundos de países vizinhos (FERNANDES, 2013). O edifício mais alto construído com a técnica de terra compactada (taipa) (FIG.5) fica localizado na cidade de Weilburg, em solo alemão. A construção foi edificada em 1828 e conta com paredes de taipa que possuem 75 cm de base (MINKE 2012).

⁸ https://www.researchgate.net/figure/Earthen-walls-at-the-Jiayuguan-fortress-in-China-built-by-the-Ming-Dynasty-around-1372_fig1_319774400

Figura 5 - Casa em Weilburg, Alemanha



Fonte: Minke (2012, p.15)

Na América Central podemos elencar como destaque a Pirâmide do Sol, localizada na cidade de Teotihuacan, México. A pirâmide, reconhecida como a terceira maior do mundo, foi construída entre 300 e 900 D.C, possui 65 metros de altura, subdivididos em 5 níveis e é constituída de aproximadamente 2 milhões de toneladas de terra batida (MINKE, 2012).

No que se trata de construções recentes, a Revista Casa Vogue (2021)⁹, em sua matéria “Taipa de pilão: 5 projetos que utilizam a técnica sustentável”, coloca em pauta o Centro de Cirurgia Infantil Emergencial (FIG. 6) que vem sendo erguido com paredes de taipa. A construção fica localizada em Uganda, leste da África e reutiliza o solo escavado do local.

Figura 6 - Centro de Cirurgia Infantil Emergencial



Fonte: Casa Vogue (2021)⁹

⁹ <https://casavogue.globo.com/Design/Sustentabilidade/noticia/2021/03/taipa-de-pilao-5-projetos-que-utilizam-tecnica-sustentavel.html>

2.2.2 Taipa de pilão no Brasil

De acordo com Fernandes (2013, p.19):

O Brasil é o país da América Latina que apresenta maior patrimônio construído em taipa. Esta técnica abandonada há anos foi recuperada e está na base da arquitetura contemporânea brasileira que emerge em diversos estados. A existência e disseminação desta técnica monolítica por todo Brasil, [...] vem sem dúvida da influência colonial Portuguesa.

Difundida em território brasileiro tanto pelos colonizadores portugueses quanto pelos negros escravos, a taipa de pilão empregava terra retirada nas proximidades dos locais de construção. Tal atitude era adotada devido as dificuldades encontradas na época para o transporte de grandes volumes de terra. Os solos eram escolhidos e selecionados através de análises táteis e visuais pelos taapeiros que conheciam de forma empírica as propriedades físicas do material (PISANI, 2004).

O foco inicial das edificações era viabilizar a colonização e exploração das terras brasileiras, mas posteriormente os portugueses iniciaram construções militares utilizando das técnicas de taipa de pilão, uma vez que forneciam muros com largas espessuras e resultava em uma maior proteção e rigidez da estrutura. O principal objetivo destas instalações militares era assegurar as terras conquistadas, além de proteger os soldados e trabalhadores de rivais europeus e nativos indígenas (VAN EIJK; SOUZA, 2006).

O pintor holandês Frans Janszoon Post, em sua pintura Casa de Fazenda (FIG.7), datada de meados do século XVII, retrata uma paisagem bucólica recorrente no período colonial brasileiro. A pintura coloca em destaque uma casa de fazenda desconhecida, que devido a indícios visuais, aparenta se tratar de uma construção realizada com a técnica de taipa de pilão, o que fomentaria a notoriedade e o emprego desta técnica no Brasil (KLÜPPEL, 2009).

Figura 7 - Pintura de Frans Post, Casa de Fazenda, 1651



Fonte: Enciclopédia Itaú Cultural (2017)¹⁰

Em São Paulo, no período colonial, a técnica de taipa de pilão foi amplamente empregada em construções de casas bandeiristas (FIG.8). Essas habitações surgiram entre os séculos XVI e XVIII e receberam tal denominação devido aos bandeirantes. Os bandeirantes eram portugueses financiados por fazendeiros e comerciantes locais que tinham como principal objetivo desbravar o território em busca de riquezas, novas terras e indígenas, que serviriam como mão de obra escrava (VAN EIJK; SOUZA, 2006).

Figura 8 - Casa bandeirista do Sítio do Padre Inácio



Fonte: Vitruvius (2016)¹¹

Introduzida no interior do Brasil devido as excursões de exploração, a técnica de taipa de pilão foi levada para os estados de Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Devido as condições de relevo e umidade, se adequou facilmente no estado de Goiás, todavia devido a topografia irregular, seu emprego em solo mineiro ocorreu com baixa incidência (PEIXOTO; SOUZA; REZENDE, 2017).

¹⁰ <https://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa9982/frans-post>

¹¹ <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquiteturismo/10.115/6231>

Conforme assegura Prompt e Portella (2010, p.3), parte da adaptação da construção com terra no Brasil se dá devido à vasta utilização dos materiais provenientes da natureza pelos povos nativos brasileiros.

No Brasil, a arquitetura popular foi expressa das mais diversas maneiras, integrando tecnologias provenientes das várias culturas que formam o povo brasileiro. Os povos indígenas sempre tiveram maneiras próprias de construir suas habitações, utilizando os materiais disponíveis no meio ambiente para construções adequadas ao clima. A construção com terra foi amplamente utilizada no período colonial, sendo inúmeros os exemplos que permanecem intactos aos séculos de história do nosso país. Na região Sul os imigrantes italianos e alemães edificaram uma arquitetura própria, mesclando as tecnologias trazidas da Europa com os recursos locais.

Conforme Peixoto, Souza e Rezende (2017), iniciativas que visavam salvar, proteger e restaurar construções históricas ou exemplos da arquitetura religiosa promoveram modificações nas estruturas que utilizavam da técnica da taipa, uma vez que as paredes com elevado grau de deterioração foram substituídas e refeitas com pedras ou concreto.

Como exemplo desta intervenção, podemos citar a Igreja de Nossa Senhora das Mercês e Perdões (FIG.9), localizada na cidade de Ouro Preto, Minas Gerais. A igreja foi reedificada no século XIX e teve as suas paredes de taipa de pilão substituídas por alvenarias de pedra.

Figura 9 - Igreja Nossa Senhora das Mercês e Perdões



Fonte: Dicas Ouro Preto (2020)¹²

¹² <https://dicasouropreto.com.br/10-igrejas-para-conhecer-em-ouro-preto/>

2.3 Construção com taipa de pilão

O processo de produção da parede, resumidamente, consiste em destorroar o solo, secar, peneirar, adicionar aglomerante conforme a necessidade, acrescentar água até o ponto ótimo de umidade, colocar dentro de uma forma, também chamado molde ou taipal, e finalmente compactar até a massa específica máxima, usando compactadores manuais ou mecânicos (HOFFMANN; MINTO; HEISE, 2011, p.47).

Em quase todas as situações, a taipa de pilão ainda é realizada *in loco*, e por este motivo se deve atentar no processo construtivo e em todas as suas etapas a fim de se obter um resultado agradável tanto em resistência quanto em estética.

2.3.1 Materiais

Parte da atratividade de execução da taipa de pilão ocorre devido a quantidade simplificada de materiais utilizados em sua concepção, sendo estes concisamente subdivididos em solo, taipal e pilão.

2.3.1.1 Solo

O solo, de modo sucinto, pode ser compreendido como sendo um conglomerado de água, minerais, gases, substâncias orgânicas e micro-organismos. É o resultante de processos destrutivos e processos de sintetização. O intemperismo de rochas e a decomposição de matéria orgânica são exemplos de processos destrutivos, enquanto a formação de novos minerais é um exemplo de processo de sintetização (BRADY; WEIL, 2013).

Segundo os mesmos,

Trabalhar com solos naturais ou materiais escavados do solo não é como trabalhar com concreto ou aço. Propriedades como a capacidade de carga, a compressão, a resistência ao cisalhamento e a estabilidade são muito mais variáveis e difíceis de serem previstas para os solos do que para os materiais de construção industrializados (BRADY; WEIL, 2013, p.8).

Oliveira (2012) discorre mais precisamente sobre características desejadas para a utilização do solo como matéria prima para a construção da taipa de pilão. A terra extraída não deve conter matéria orgânica misturada ao solo e para isso é recomendado que a extração ocorra a partir de 80 centímetros de profundidade. Para identificar a composição e resistência da terra são realizados testes no próprio canteiro de obra, entre os quais se destacam os testes do bolo e de resistência seca¹³. Os testes são realizados a fim de definir o tipo de estabilização e dosagem necessárias para o solo.

Segundo o Archcar (2016, p.53):

Os solos mais indicados para a taipa de pilão são os arenosos, com proporção ideal próxima de 70% de areia e 30% de argila e silte. A mistura de solos é comum e deve ser feita com critério até se aproximar ao máximo da proporção ideal. Sempre que possível, deve-se usar o solo local na taipa, para que se possa ter o mesmo material de origem em manutenções e ampliações ou restauros, sendo esta uma medida de economia futura.

Silva (2000, p.30) corrobora com as informações apresentadas ao fornecer porcentagens de argila e areia equivalentes as apresentadas e fornece novos parâmetros para a correta utilização do solo.

A mistura ideal deve ter aproximadamente uma porcentagem de 30% de argila para 70% de areia. A areia dá resistência à mistura e a argila dá liga aos grãos. Quanto à quantidade de água, esta deve ser tal que torne a mistura nem muito úmida e nem muito seca. A consistência ideal é aquela que, ao se fazer e apertar um bolo da argamassa na mão, fiquem as marcas dos dedos neste bolo.

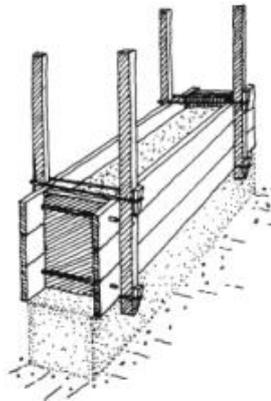
2.3.1.2 *Taipal ou taipa*

O taipal (FIG.10), ou também conhecido simplesmente como taipa, são formas de madeira utilizadas para delimitar a terra a ser compactada. Basicamente são

¹³ De forma resumida o teste do bolo consiste em porção de terra úmida moldada em formato esférico e pressionado para que a água aflore enquanto o teste da resistência seca consiste em pastilhas de terra úmida secas ao sol e posteriormente esmagadas com os dedos.

tábuas de madeiras dispostas de forma horizontal e que contam com travamentos laterais. Após a secagem mínima do solo é realizado a desenforma e o taipal é retirado e reutilizado na próxima camada de elevação.

Figura 10 - Taipal



Fonte: Minke (2012, p.53)

O travamento lateral do taipal ocorre devido a utilização de espaçadores que normalmente deixam buracos na parede que necessitarão ser preenchidos após a remoção da cofragem. Vale reforçar também que as peças de madeiras devem ser suficientemente rígidas e devidamente fixadas para que não ocorram deformações durante a compactação (MINKE, 2012).

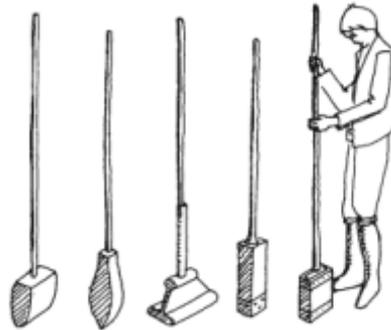
Devido as formas representarem um custo significativo nas edificações em taipa, elas devem ser projetadas de acordo com o material disponível e com a modulação das paredes, visando proporcionar uma maior facilidade no aproveitamento e reutilização das peças ao longo da obra. Deve-se atentar também na facilidade em montagem e desmontagem das mesmas. Além disso, o material usado como taipal é juntamente com o solo o material responsável pelo acabamento estético das paredes, sendo assim tábuas gerarão um acabamento mais áspero e rústico e placas plastificadas de madeira ou chapas metálicas acarretaram em um acabamento mais liso e polido (HOFFMANN; MINTO; HEISE, 2011).

2.3.1.3 Pilão ou maço

Para que ocorra a compactação manual adequada do solo, a utilização de um pilão ou também como é conhecido, maço, é de importância fundamental. Este

instrumento de dimensões e formatos variáveis (FIG.11), são feitos de madeira ou metal capazes de fornecer a correta compactação da terra.

Figura 11 - Tipos de pilão



Fonte: Minke (2012, p.54)

Minke (2012, p.54) fornece maiores detalhes e informações pertinentes a este instrumento:

Quando se usam maços em forma de cone ou de cunha, as diferentes camadas ficam melhor misturadas, e desde que haja suficiente humidade, consegue-se uma melhor ligação. Contudo, desta maneira, consome-se mais tempo do que com maços de base plana. Paredes compactadas com maços de base plana apresentam menos resistência às forças de cisalhamento e por isso devem ser apenas sujeitas a esforços verticais. A base dos maços não deve ser muito 'afiada' para que a cofragem, se feita de madeira, não fique danificada. A base não deverá ter menos de 60 cm² nem mais de 200 cm². O peso dos maços deverá ser entre 5 e 9 kg. De preferência deverá usar-se um maço com duas 'cabeças', uma delas arredondada e a outra quadrangular. Isto permite que o mesmo maço seja usado com o lado arredondado para a compactação da maior parte dos trabalhos e a 'cabeça' quadrangular para compactar os extremos e cantos de forma efetiva.

2.3.2 Etapas de Construção

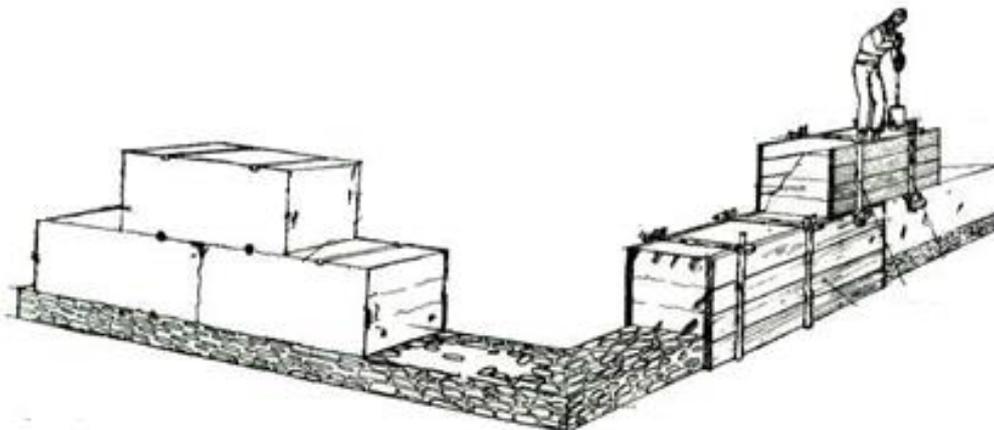
2.3.2.1 Terreno e Fundação

O terreno em que irá se edificar a casa de taipa de pilão deve ser alvo de atenção e cuidado, uma vez que o mesmo não deve ser acidentado. É aconselhado fazer a terraplanagem do local a fim de promover a planificação do terreno com isso facilitar a execução da técnica e promover maior durabilidade as paredes de taipa (SILVA, 2000).

Semelhante a quase todas as técnicas de construção, as edificações em taipa devem possuir fundações sólidas para que as paredes sejam erguidas sobre elas. As fundações normalmente são formadas por pedras encaixadas (FIG.12) ou concreto e são construídas como uma sapata corrida nivelada, onde toda a extensão das paredes de taipa se apoiam. Essa estrutura inicia-se abaixo do nível do solo e termina acima do mesmo para fins de evitar o contato direto das paredes de taipa com o solo e a ação por capilaridade da água. Além disso, para melhorar a aderência e estabilidade das paredes de taipa com a fundação, recomenda-se peças de bambu ou madeira dispostos verticalmente no topo das fundações (OLIVEIRA, 2012).

Sato (2011) atenta para que haja um espaçamento de aproximadamente 2 centímetros de cada lado da fundação de forma a possibilitar o encaixe das formas.

Figura 12 - Exemplo de fundação com pedras



Fonte: Rota Mogiana (2021)¹⁴. Adaptado pelo autor

2.3.2.2 Preparação do Solo

Inicialmente, para se determinar o local de extração do solo é correto que se atente ao tipo de solo e a distância até o local da obra. Posterior ao transporte até o canteiro de obra, o solo passa por um processo de destorroamento onde são quebrados os grandes torrões. O solo, depois de destorroado é espalhado para secar para que possa ser peneirado em peneira com abertura de malha entre 4 mm e 8 mm. Realizadas as etapas anteriores, faz-se a correção com outro solo e posteriormente a

¹⁴ <http://www.rotamogiana.com/2012/01/taipa-de-pilao.html>

adição do aglomerante selecionado para que por fim seja adicionada água até que se obtenha a umidade ótima para compactação (HOFFMANN; MINTO; HEISE, 2011).

Os aglomerantes servem para ajudar na estabilização das paredes de taipa, uma vez que a adição do produto melhora as características de resistência do solo.

Os aglomerantes mais usados para a execução da taipa são a cal e o cimento. Há também diversos trabalhos que propõem o uso de silicatos e resinas e estudos com materiais naturais como óleo de animais e ceras vegetais. Esses materiais normalmente são usados com funções diversas, tais como impermeabilização e agregação de partículas, melhoria da trabalhabilidade da terra, entre outras. Vale lembrar que no caso da taipa, não se deve acrescentar materiais elásticos ou que apresentem baixa densidade como fibras vegetais ou sintéticas (HOFFMANN; MINTO; HEISE, 2011, p.52).

2.3.2.3 Montagem do taipal, compactação e finalização

A montagem do taipal deve ser semelhante a construção de uma caixa sem fundos. As tábuas, que possuem medidas variando entre 1 metro e 1,5 metros de altura por 2 metros a 4 metros de comprimento, devem ser dispostas e presas lateralmente por tábuas de madeira. Os espaçadores fazem a separação horizontal das taipas e fornecem assim a delimitação e espessura das paredes, que comumente variam de 30 centímetros a 1,2 metros (PISANI, 2004).

O conjunto é fixado por cunhas em baixo e por torniquetes em cima enquanto as extremidades são fechadas por tábuas laterais. A forma deve ser nivelada, aprumada e finalmente travada (HOFFMANN; MINTO; HEISE, 2011).

Vale ressaltar que a forma deve ser fabricada em marcenaria adequada e com equipamentos corretos além de que no geral são unidas lateralmente por parafusos com diâmetro igual ou superior a 10 mm (OLIVEIRA, 2012).

A compactação ocorre após finalizada todas as etapas anteriormente abordadas. Para isso, se faz necessário o transporte e despejo da terra dentro do taipal de forma a se obter uma camada de aproximadamente 15 cm de altura de terra para que seja iniciada a compactação através dos golpes proferidos pelo pilão. O apiloamento deve ser realizado inicialmente nos cantos e posteriormente no centro da forma, de modo que o processo só seja finalizado após identificado um som metálico característico emitido pela batida do pilão na terra em estado ideal de compactação.

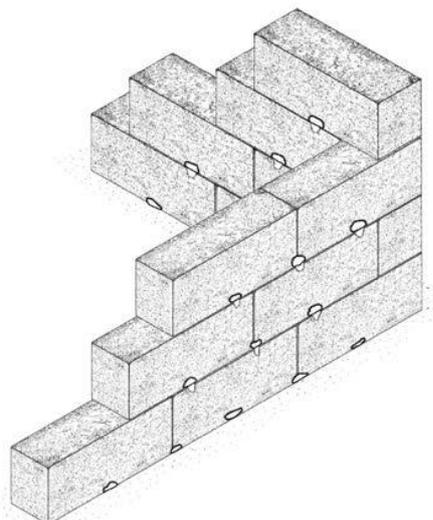
A camada inicial de 15 cm sofre um apiloamento de aproximadamente 5 cm e resulta uma camada final de taipa de aproximadamente 10 cm de altura (OLIVEIRA, 2012).

Pisani (2004, p.11) corrobora com Oliveira ao afirmar que “o apiloamento é interrompido quando a taipa emite um som metálico característico, o que significa a mínima quantidade de vazios ou que o adensamento manual máximo das argilas foi atingido”.

Após finalizada a compactação da primeira camada, são realizadas pequenas ranhuras no topo da mesma a fim de melhorar a aderência com a nova camada que será compactada (OLIVEIRA, 2012). Reinicia-se então o processo de despejo da terra dentro da forma seguindo os mesmos padrões anteriores e posteriormente o apiloamento da terra. O procedimento é repetido até que a terra batida forme camadas de 50 cm a 80 cm de altura. Finalizada esta etapa, a cofragem é deslocada para cima com o intuito de ser reiniciado o processo e criação de novas camadas, sendo que a sequência dos apiloamentos resultarão em uma parede monolítica e autoportante (MINKE, 2012).

Com o intuito de garantir uma boa amarração da alvenaria, a construção dos blocos de taipa deve ser realizada semelhantemente a construção de um muro de tijolos, onde a fiada superior difere os encontros da fiada inferior. No caso da taipa, é realizado um deslocamento da forma de $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{2}$ do bloco da fiada inferior, conforme exemplificado na FIG.13. Os cantos também devem ser atentamente amarrados a fim de gerar maior estabilidade a estrutura (BAGLIONI, 2010).

Figura 13 - Amarração da taipa



Fonte: Baglioni (2010, p.5)

Evidenciado por Hoffmann; Minto e Heise (2011), alguns pontos devem ser motivos de atenção para que a execução seja correta e o resultado final seja o mais próximo possível do esperado:

- A. A desforma deve ser feita cuidadosamente para evitar avarias nas paredes e deve ocorrer logo após finalizada a compactação;
- B. Em caso de necessidade de pequenos reparos deve ser aplicada uma argamassa feita com o mesmo solo e, ao menos, o dobro da quantidade de aglomerante usado no traço compactado;
- C. A parede de taipa estabilizada com cimento deve ser molhada três vezes por dia, por pelo menos 3 dias consecutivos;
- D. A compactação deve ocorrer no estado ótimo de umidade do solo e por esse motivo recomenda-se que sejam preparadas menos quantidades de terra para que se evite perda de umidade para o meio;
- E. A parte interna da cofragem deve estar sempre limpa e periodicamente deve ser untada com desmoldante.

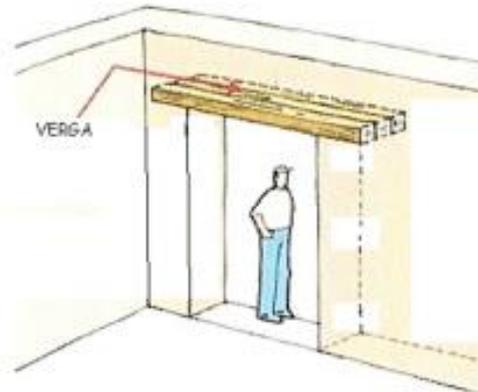
2.3.2.4 Vãos de janelas e portas e instalações elétricas e hidráulicas

Minke (2012) evidência a trabalhabilidade da terra após a desforma o que poderia facilmente resultar na abertura de janelas e portas. Por sua vez, afirma que esses vãos já devem ser deixados no ato de montagem da cofragem.

A cofragem pode ser desmontada imediatamente após a compactação ter sido feita. Seguidamente, a esta terra batida podem alterar-se as formas, raspando, cortando, escavando ou lixando. Normalmente a cofragem é montada de maneira a formar as aberturas (portas, janelas, etc.) necessárias. Contudo na construção em terra batida uma abertura pode ser feita, com muito menos esforço, usando uma faca ou um arame farpado (como serrote) (MINKE, 2012, p. 55).

Aberturas que contem com reforço para vãos de janelas e portas não são comumente empregadas em paredes de taipa, todavia a utilização de uma verga de madeira em cima destas proporciona uma maior proteção da estrutura, conforme exemplifica a FIG.14. A verga de madeira deve possuir largura equivalente a espessura da parede e aproximadamente 15 cm de altura (SATO, 2011).

Figura 14 - Verga de madeira em parede de taipa



Fonte: Sato (2011, p.24)

Quando abordado sobre as instalações de elétricas e hidráulicas embutidas, de modo conciso, estas devem ser evitadas ao máximo, uma vez que a manutenção das mesmas ocorre de forma trabalhosa e compromete a estrutura. Ainda, em casos de vazamentos hidráulicos a degradação das paredes ocorre de forma acelerada e intensiva.

Segundo Montoro e Easton (1994, p. 11)

[...] o que dá resistência e estabilidade à parede é a compacidade de sua massa. Tudo o que vier a alterar essa estabilidade deve ser evitado. Portanto, no caso de embutir as instalações elétricas, deve-se prever todas as possibilidades de ampliações ou deixá-las aparentes. As instalações hidráulicas não devem ser embutidas, pois não há possibilidade de manutenção, uma vez que a parede de taipa é autoportante. Paredes hidráulicas podem ser em alvenaria comum ou outro sistema que permita fácil manutenção.

Por sua vez, optar por instalações aparentes acarreta em um grande número de conduítes e tubulações expostas, o que resulta uma poluição visual elevada. Tal recurso poderia ser conflitante com a estética adotada em edificações de alto padrão.

2.3.3 Vantagens

Todo método construtivo apresenta vantagens e desvantagens que deverão ser cuidadosamente analisadas para cada utilização. De forma geral, são relevantes

e numerosas as vantagens proporcionadas por construções que utilizam a terra crua como matéria prima principal, tornando-a uma metodologia bem atrativa.

Dentre estes, podemos destacar a capacidade de regular a umidade ambiental, visto que a terra perde e absorve mais rápido a umidade do que os demais materiais de construção, conferindo assim uma boa qualidade do ar interior. Além disto, a taipa consolida-se como sendo um processo 100% reciclável, uma vez que após a fragmentação da terra é possível que o material retorne aos processos iniciais de preparo (PISANI, 2004).

Outra grande vantagem da utilização da terra refere-se a inércia térmica proporcionado pelas espessas paredes de taipa. Estas, armazenam calor perante a exposição aos raios solares e perdem-no lentamente quando a temperatura externa se encontra inferior. Tal fator proporciona redução das necessidades energéticas no que tange o aquecimento e arrefecimento da edificação, visto que se utiliza da radiação solar (FERREIRA, 2012).

Aliado a isto, temos como uma vantagem relevante a grande facilidade da obtenção do material e sua abundância na natureza, já que o mesmo pode ser extraído dos próprios canteiros de obras ou de localidades próximas a estas, o que reduz significativamente o custo com transporte e manuseio do material (OLENDER,2006).

Evidencia-se também a resistência ao fogo conferida a construção, uma vez que a terra é classificada como material incombustível, o processo construtivo simplificado e de fácil aprendizado e repasse, a aparência agradável quando deixado à exposição e a característica autoportante que dispensa estruturação em edifícios de apenas um piso (FERREIRA, 2012).

Rodrigues e Feiber (2013, p.15) destacam as vantagens específicas da técnica de taipa de pilão, tais quais a estética, a temperatura e o conforto acústico.

Esteticamente, as casas são agradáveis, além de dispensar o uso de reboco (camada final de revestimento), pois suas paredes ficam lisas e permitem a aplicação da pintura diretamente sobre essa, depois de prontas;
A temperatura do ar em ambientes fechados está relacionada às paredes destes ambientes, pois estas podem transmitir ou receber calor do ambiente, deste modo o conforto térmico das construções em terra crua tem a capacidade de manter constante a temperatura interna das casas, independente da temperatura externa estar alta ou baixa.
[...]

Em construções de Taipa de Pilão também é possível o conforto acústico dos ambientes. Por ser porosa, a terra absorve os sons emitidos de modo que as vozes no ambiente não se misturem.

Aliado a estas vantagens podemos elencar ainda que esta técnica não faz a utilização de energias não renováveis, tem um pequeno consumo hídrico, não gera subprodutos, tem pouco ou quase nenhuma necessidade de transporte, faz a utilização de equipamentos e materiais simples para a construção e aplicação (RODRIGUES, 2005).

Ainda, segundo o mesmo, esta técnica possui vantagens tangíveis ao fator humano e cultural, visto que democratiza o acesso a moradia de muitas famílias.

Do ponto de vista cultural e humano, pode seguir-se a tradição da arquitetura popular, utilizando materiais locais e respeitando o patrimônio existente ou permitir novas linguagens visuais em termos de arquitetura. Em determinadas condições é possível que as populações locais tomem a seu cargo a produção do seu habitat e envolvente, o que pode contribuir para a expressão dos direitos democráticos de cada um.

Em muitas regiões do mundo, esta tecnologia apresenta-se como uma boa solução, no sentido de dotar cada indivíduo (cada família) ao seu direito a habitação. (RODRIGUES, 2005, p.151)

2.3.4 Desvantagens

Dentre todas as desvantagens existentes em utilizar a terra crua como matéria prima na construção, a mais recorrente e abordada certamente é a permeabilidade da terra e a suscetibilidade às águas, em especial, águas pluviais. A ação direta de águas pluviais aliada a ação do vento, seja na parte lateral ou no topo das paredes de taipa, contribuem significativamente para o processo de degradação da estrutura. Por efeito de capilaridade e/ou da gravidade, a água é conduzida para o interior das paredes, o que resulta em zonas de umedecimento. Além disto, a percolação da água em estado líquido no interior das paredes ocasiona o transporte de partículas finas através dos fluxos de migração da água. Este efeito é amplamente associado a perda da resistência mecânica da edificação (RODRIGUES; HENRIQUES, 2005).

Apesar da grande fragilidade das edificações em taipa de pilão à ação da água, medidas que remediam e mitigam esta ação são viáveis e de facilidade considerável.

Para o problema causado pela água das chuvas, temos como exemplo, uma solução simples, que seria construir a casa um pouco acima do nível do solo, exatamente 15 cm, para impedir a erosão das paredes. Outra solução a ser acrescentada a essa seria dar acabamento às paredes, rebocando-as com o mesmo barro que foi usado nas paredes, mas dessa vez fortificando-o com 1 lata de cimento para cada 12 de barro. Essa proporção permite que as paredes se tornem mais maciças, impedindo a eflorescência do barro ocasionado pela umidade (MARTINS, 2005, p.3).

Além do reboco das paredes, promover a pintura da estrutura ou a aplicação de hidrofugantes são alternativas indicadas afim de promover maior durabilidade da estrutura e promover com que a ação da água seja minimizada (HOFFMANN; MINTO; HEISE, 2011).

É configurado também como uma desvantagem a falta de padronização do solo e a retração sofrida pelo mesmo. A falta de padronização ocorre devido ao solo depender de características geológicas e climáticas da região, apresentando assim porcentagens distintas de argila, silte, areia e agregados, que resulta em composição, resistência mecânica, cores e texturas variadas (PISANI, 2004).

A retração do solo em seu ato de secagem ocasiona deformações significativas que geram trincas e fissuras. A redução de volume do solo varia entre 0,4% e 2% em misturas mais secas, que é a técnica utilizada na taipa de pilão (MINKE, 2012).

Ainda se elencam a baixa capacidade de resistência a ações horizontais (como sismos), a baixa resistência à tração, a limitação a edificações com grandes alturas e a perda de espaço promovida devido as espessuras robustas das paredes como sendo outras desvantagens desta técnica (OLIVEIRA *et al.*,2010).

2.4 Desuso das construções com terra

Infundáveis são os avanços proporcionados devido a ação inerente do tempo em seu curso natural, ou seja, ao longo da história modificações, melhorias, aprimoramentos e extinções são massivamente encontradas, seja relativa a seres, materiais ou técnicas.

As construções com terra crua, tão difundidas por diversas culturas ao longo do tempo, com o decorrer do mesmo, sofreram grande desuso devido aos avanços

construtivos correlacionados com as descobertas de novos materiais e com as demandas habitacionais mais exigentes (PISANI, 2004).

Segundo afirma Neves e Faria (2011, p.9),

A partir da metade do século XIX, o uso habitual da terra vai cedendo inexoravelmente ao aparecimento de materiais de construção industrializados e a terra é marginalizada das grandes obras públicas e privadas, onde começa a concorrer com o gosto pelos padrões estéticos ditados pelos novos materiais.

Aliado as limitações referente às construções com grandes alturas e ao uso exponencial de tijolos cerâmicos de barro vermelho cozido e elementos de betão armado, as edificações que empregavam em sua concepção técnicas com terra crua passaram a ser associadas a ideia de uma construção “pobre”, o que resultou a um progressivo desaparecimento e desuso desta técnica (RODRIGUES, 2005).

Para Van Eijk e Souza (2006), o ciclo do café ocasionou grandes modificações no cenário brasileiro, uma vez que transformou São Paulo em um grande núcleo urbano moderno, atraindo com isso inúmeros imigrantes em meados do séc. XIX. Adjacente ao processo imigratório, a cultura do tijolo proveniente dos países europeus foi massivamente difundida em solo brasileiro e transformou taipeiros em pedreiros.

Pisani (2004) também aborda a utilização dos tijolos maciços como responsável por reduzir a incidência de construções em taipa, todavia coloca em evidência também outro problema enfrentado pela cidade de São Paulo desde tempos passados.

A partir de 1850 os tijolos maciços começam a aparecer em construções paulistas, e no município de São Paulo foi criada uma campanha pública para se evitar as construções de taipa devido às constantes enchentes que a cidade sofria e ao risco de desmoronamentos das construções de terra (PISANI, 2004, p.13).

O cimento Portland, os tijolos queimados, as telhas de fibrocimentos e diversos outros materiais industrializados foram inseridos no setor civil e ditaram a forma atual de construção, sob o pretexto de metodologias modernas e eficazes. Juntamente com isso, interesses econômicos incentivaram uma campanha de adesão desta nova

técnica, fortalecendo ao decorrer dos anos que o assentamento de tijolos queimados com cimento e areias é a única forma de se construir na modernidade, simbolizando status social entre as camadas populacionais (PROMPT; BORELLA, 2010).

Concomitantemente ao avanço no setor civil, Pinheiro et al (2016, p.3) atribuí ao Ministério da Saúde parcela de responsabilidade no que tange o desuso de construções com terra.

Além do desenvolvimento de novas tecnologias para construção civil, que provocaram o abandono da terra crua no Brasil, temos as políticas públicas de combate à doença de Chagas. Desde ano de 1960 o governo brasileiro, por meio do Ministério da Saúde, tem adotado políticas públicas para eliminar as casas de taipa, pois essas edificações são consideradas insalubres, pois podem servir como criadouro do besouro transmissor da doença de Chagas.

Silva (2000, p.51) fornece informações mais detalhados a respeito à ação governamental a fim de estudar as construções de terra brasileira correlacionadas com a doença de Chagas.

No ano de 1958, o Ministério da Saúde, através do Serviço Especial de Saúde Pública - SESP, realizou estudo sobre a utilização da terra como material de construção, nas construções rurais brasileiras, intitulado “Casa de Terra - as técnicas de estabilização do solo a serviço do homem do campo”, sob a organização do engenheiro Álvaro Milanez. No documento, foram apresentadas as condições físicas das casas de barro e palha do caboclo brasileiro, e suas deficiências. E foi acusado o estado de insalubridade em que se encontravam essas casas que, não atendiam aos princípios básicos de higiene, conforto e segurança [...].

Abordado todos os principais pontos determina-se que a redução da incidência de novas construções com terra crua partiu de um processo natural de substituição de materiais oriundos dos avanços tecnológicos juntamente com um processo de caracterização pejorativa desta mesma técnica. Aliado a isto temos o incentivo governamental contrário às construções devido à doença de Chagas e as limitações construtivas da terra.

2.5 Retomada das construções com terra

A alvenaria convencional baseia-se em um método construtivo onde todas as cargas da edificação são absorvidas e transferidas através das lajes, vigas, pilares e fundações. As paredes da estrutura exercem apenas a função de fechamento e divisão de ambientes, não fornecendo qualquer aditivo estrutural.

A utilização dos novos materiais, como os blocos cerâmicos, o aço e cimento Portland, no cenário da construção civil, consolidou a metodologia de alvenaria convencional como sendo um dos principais métodos construtivos empregados no Brasil. Todavia, esta metodologia construtiva apresenta grande agressividade para com o meio ambiente e fica responsável por grande parte dos resíduos sólidos gerados rotineiramente (PROMPT; BORELLA, 2010).

Devido a intensa massificação e difusão do conceito de sustentabilidade entre as diversas esferas da sociedade contemporânea, apregoando sobre a produção consciente de bens de consumo de forma que as gerações futuras não sejam comprometidas, o quadro de construção com alvenaria convencional, que outrora se consolidou, sofre modificações para se adequar aos padrões ambientais contemporâneos (CORRÊA, 2009).

Consumindo cerca de 40% dos recursos naturais extraídos e gerando aproximadamente 60% do resíduo urbano total, a construção civil brasileira se destaca como sendo um dos setores que mais corrobora com a degradação do meio ambiente. Além disto, a larga utilização da madeira em sua metodologia, acarreta em um grande fluxo de extração ilegal em matas nativas (SILVA, 2018).

Sob está ótica, a demanda por habitação se comporta como sendo uma necessidade de alto potencial degradador do meio ambiente que almeja por medidas e atitudes imediatistas, devido à expansão populacional constante e acelerada.

Na década de 1970 surge então um movimento que visa fomentar e expandir construções que coexistiam em harmonia com a natureza.

Embora a história do homem sempre tenha sido acompanhada de exemplos de construções em harmonia com o meio ambiente, foi a década dos anos 1970 a que proporcionou o início de uma das mais pródigas fases, propiciando o surgimento de um movimento que aspirava por construções dessa natureza. Os princípios são mais ou menos os tradicionais, presentes ao longo da história, mas, a partir da década de 90, eles passaram a receber

a denominação de projetos sustentáveis ou mais sustentáveis (SATTLER, 2007, p.55).

Neste contexto, a construção com terra crua desponta novamente como sendo uma alternativa contemporânea atrativa devido aos seus baixos impactos ambientais, uma vez que esta utiliza em sua concepção majoritária material que não possui procedência industrializada, não envolve grandes emissões de gases poluentes e possui baixa energia incorporada.

Além disso, construções com terra apresentam um desperdício considerado nulo, visto que a terra pode ser depositada em seu próprio local de extração e não resulta em necessidade de transporte ou qualquer dano ambiental. Em casos de solo com estabilizantes, o mesmo pode ser retornado para fins de reutilização em construções com terra, o que minimiza significativamente a geração de resíduos neste tipo de construção (TORGAL; EIRES; JALALI, 2009).

Torgal, Eires e Jalali (2009) condicionam o consumo de energia e emissões de carbono, no que diz respeito ao uso de reservas fósseis não renováveis aos materiais de construção escolhidos. O transporte e fabricação destes materiais costumemente demandam altos índices de consumo energético. Por sua vez, o solo utilizado em construções civis consome apenas a energia referente ao ato de sua extração, o que por vezes pode ser considerado nulo devido a extração manual.

Consonante a estes, Hoffmann, Minto e Heise (2011, p.46) abordam a taipa de pilão especificamente no contexto sustentável.

A taipa de pilão, em muitos lugares e situações, pode responder positivamente aos desafios colocados no atual panorama, pois, quando bem empregada, apresenta baixo consumo de energia no processo de produção, pode não necessitar de transporte de matéria-prima e é reciclável, pois quando demolidas, as paredes voltam quase totalmente à condição original de solo. Além dessas características, a taipa possui excelente inércia térmica, e permite trocas de umidade com o meio, garantindo assim, menor ou nenhum consumo de energia na climatização do ambiente construído.

Ainda, corroborando com as informações apresentadas, o transporte e manuseio da terra constitui 1% da energia necessária para a produção, transporte e manuseio dos tijolos normais. Assim, é notória a redução econômica proporcionada

em se utilizar o material escavado no local de construção e desde que seja supervisionado por alguém que possua conhecimento técnico, as construções com terra podem ser executadas por pessoas leigas e amadoras (MINKE, 2012).

Aquém do viés sustentável, Silva (2015) aborda também o contexto da preservação de edificações históricas construídas em terra crua que ajudam a fomentar a retomada pelo interesse nesta técnica.

Além disso, sabe-se que muitos profissionais buscam se qualificar em construções de terra crua com o objetivo de atuar em manutenção e restauro de edifícios históricos [...] É necessário complementar e enfatizar que as pesquisas em Centros Tecnológicos e Universidades procuram resgatar princípios antigos que revisam técnicas construtivas valorizadas por se caracterizarem como descomplicadas, eficazes e de baixo custo e, mais do que isso, por ser elemento natural, a utilização da terra adapta-se, com efeito, ao conceito de sustentabilidade (desde interpretações superficiais e publicitárias quanto reais tentativas de minimizar impactos ambientais e preservar recursos naturais), tão em voga e almejado atualmente (SILVA, 2015, p.3).

Outro fator fundamental para a retomada da construção em terra crua pode ser atribuído ao avanço tecnológico, que proporcionou uma maior difusão e disseminação dos conhecimentos da arquitetura e da metodologia de construção com terra. Os conhecimentos oriundos de pesquisas e experimentações, outrora limitados a estudiosos e pesquisadores, tornaram-se mais acessíveis e melhor divulgados. Todo o compartilhamento de informações era algo inimaginável em tempos passados, quando a construção de terra crua era majoritariamente empírica (NEVES; FARIA, 2011).

2.5.1 Taipa mecanizada e taipa pré-fabricada

A redução significativa do trabalho manual ocasionado devido a utilização de processos de mecanização da taipa de pilão reforça os aprimoramentos que esta técnica tem sofrido devido a ação do tempo. “Com o uso das novas tecnologias, desenvolveu-se a taipa mecanizada. Esta é realizada segundo os mesmos moldes que a taipa tradicional, diferindo apenas na qualidade e dimensões da cofragem e no meio de compactação” (SILVA, 2018, p.34).

A taipa de pilão mecanizada utiliza um compactador pneumático ou elétricos, semelhante ao utilizado na compactação de pavimentos, o que reduz significativamente o tempo de compactação se comparado com o método manual (TORGAL; EIRES; JALALI, 2009).

O processo com tecnologia mecanizada fornece paredes de taipa mais resistentes do que as obtidas no método convencional, suscetíveis a equiparação a paredes de concreto. A compressão com o compactador pneumático faz com a estrutura fique sólida e menos permeável, além de fornecer uma baixa retração de modo a não gerar trincas e rachaduras (SATO, 2011).

Todavia, deve-se atentar ao fato de que as ferramentas usadas para a compactação de solo para pavimentação, de modo geral, não são recomendadas para a utilização de trabalhos de terra batida, principalmente devido a frequência elevada. Ferramentas que apenas vibrem são adequadas para solos arenosos, mas não são para os argilosos (MINKE, 2012).

Atualmente, já são encontradas alternativas mais ousadas e condizentes com os padrões construtivos convencionais correlacionados com a taipa de pilão. A metodologia no em questão faz a utilização de peças pré-moldadas de taipa de pilão a fim de fornecer maior agilidade na obra.

O escritório de arquitetura Herzog & de Meuron, fundado e mantido em Basileia, Suíça, desde 1978, projetou uma obra para o centro de ervas de Ricola em Laufen, Suíça, e optou por pré-fabricar painéis de taipa e colocá-los no lugar com o auxílio de guindaste (FIG.15).

Figura 15 - Peça pré-fabricada de taipa



Fonte: Lehm Ton Erde (2012)¹⁵

¹⁵ <https://www.lehmtonerde.at/en/projects/project.php?pid=87>

Segundo o *website*¹⁶ da empresa responsável pela execução do projeto, Lehm Ton Erde, a pré-fabricação na construção em terra é uma reação a construção convencional.

A pré-fabricação na construção em terra é uma reação ao processo de construção convencional de hoje, onde muitas vezes não há espaço para a produção no local, pois o tempo é curto e a mão-de-obra cara. A evolução e o desenvolvimento da técnica de taipa pré-fabricada melhoram a eficiência do canteiro de obras, a programação torna-se exatamente calculável e torna os projetos mais viáveis. Tal processo permite uma produção independente do clima, também porque o processo de secagem é inteiramente na sala de produção: a coordenação da construção no local é, portanto, mais fácil e previsível com mais precisão. Esta combinação permite um ajuste ideal nos processos de construção industrializados e tem potencial para ser otimizado e racionalizado através de sistemas modulares. Todos os elementos até 7.000kg e com grande espessura podem ser transportados e colocados no local com um guindaste, desde que os locais de construção sejam facilmente acessíveis.

2.5.2 Tendência Arquitetônica

[...] com o intenso processo de urbanização mundial que vem ocorrendo de maneira cada vez mais acelerada, as cidades passaram a ser o foco das atenções do mundo contemporâneo. Dentro de alguns poucos anos, mais da metade da população mundial vai estar vivendo em cidades. Uma urbanização sem precedentes em nossa história, que com seus desdobramentos físicos, sociais e econômicos, está tendo um impacto importante na saúde da população. Hoje, com os grandes tormentos da poluição, da violência e da pobreza, as cidades deixaram de assegurar uma boa qualidade de vida e tornaram-se ambientes insalubres (GOUVEIA, 1999, p.50).

Devido ao desgaste oriundo das atividades rotineiras e do estresse gerado pela convivência em sociedade, aliado com as relações interpessoais, principalmente observado em grandes cidades, as moradias assumem hoje, parcela considerável em garantia de tranquilidade e seguridade diária da população (GOUVEIA, 1999).

Cada vez mais vemos a utilização de uma paleta de cores mais natural e com tons terrosos ganhando destaque nas residências, bem como a busca por uma arquitetura vernácula e arquitetura biofílica que buscam promover o bem-estar do ser

¹⁶ <https://www.lehmtonerde.at/en/products/product.php?aID=70>

residente. Aliado a isto ainda pode-se observar a grande notoriedade que a *Urban Jungle*¹⁷ assumiu na decoração contemporânea (KAPAZI, 2021)¹⁸.

O periódico Gazeta do Povo, em seu *website*, coloca em evidência a taipa de pilão como uma tendência arquitetônica para os próximos anos. Em sua reportagem digital de título “Tendências da arquitetura e da decoração para os próximos anos”, 2021, a taipa de pilão é vista como um material que desponta no meio arquitetônico novamente e que refinado pela tecnologia atual é capaz de gerar construções inteligentes e conscientes (GAZETA DO POVO, 2021)¹⁹.

2.5.3 Construções Contemporâneas

Hodiernamente, podem ser encontradas uma grande diversidade de edificações que utilizam a técnica de taipa de pilão como sua metodologia principal de construção. Essas edificações ganham destaque devido ao padrão estético refinado e as novas possibilidades apresentadas para esta técnica milenar. São abordadas então seis construções análogas a esta técnica.

2.5.2.1 Casa no Arizona

O documentário “As Casas Mais Extraordinárias do Mundo”, produzido pelo canal BBC e disponível na Netflix (plataforma de streaming), aborda em seu episódio de número 1 de sua 1ª temporada casas edificadas em montanhas. Visitada e mostrada internamente de forma detalhada pela dupla de apresentadores, a casa localizada no Arizona, Estados Unidos da América (FIG.16), foi totalmente construída utilizando a técnica de taipa de pilão. O imóvel em questão é abordado devido a sua magnitude estética luxuosa e sua capacidade habitacional que vai contra a inospitalidade do clima local.

¹⁷ Urban Jungle em tradução livre significa “floresta urbana” e consiste em agregar plantas à decoração.

¹⁸ <https://kapazi.com.br/tons-terrosos-como-combinar-e-usar-na-sua-decoracao/>

¹⁹ <https://www.gazetadopovo.com.br/haus/arquitetura/arquitetura-urbanismo-decoracao-bem-estar-no-centro-de-tudo-tendencias/>

Figura 16 - Casa de Taipa de Pilão projetada pelo escritório Dust Architects



Fonte: Isa Adora (2018)²⁰

2.5.2.2 *Hive Earth*

Em Gana, na África, a empresa Hive Earth, fundada em 2016, tem o intuito de alinhar moradias sustentáveis com o baixo custo, visando estabelecer alternativas viáveis para sanar o grande déficit habitacional do país. A utilização da taipa de pilão se difere das demais devido a estética, que é proporcionada pela escolha do solo, os contrastes gerados e os padrões criados. As cores utilizadas são oriundas da grande variedade de tipos de solo no país, todavia há situações em que se utilizam de óxidos de ferro misturado juntamente com o solo para criar cores mais brilhantes. As estruturas (FIG. 17), se transformam em peças artísticas e vão além de simples construções, (SOUZA,2021)²¹.

²⁰ <https://www.isaadora.com.br/noticia/56>

²¹ <https://www.archdaily.com.br/br/914699/tons-da-terra-os-incriveis-desenhos-das-paredes-de-taipa-em-gana>

Figura 17 - Parede com padrão ondular e forte contraste de cores



Fonte: Citi Newsroom (2019)²²

2.5.2.3 Casa Paulista e Café Experiência

O escritório paulista Arquipélago Arquitetos projetou no ano de 2019 a casa (FIG.18) que utiliza a técnica de taipa de pilão juntamente com toques contemporâneos e materiais naturais. A casa possui 140m² e fica localizada na cidade de Cunha, interior de São Paulo. O imóvel foi edificado em uma região elevada, visando aproveitar explorar a paisagem e fornecer uma vista agradável aos moradores. No interior, as paredes são estruturadas com tijolos de terra queimada, os tetos e pisos são revestidos com madeiras e ainda há detalhes de madeira por toda a fachada. A união da madeira com os tons terrosos corrobora para criar uma unidade na estrutura e trazer aconchego para a casa, que apresenta estética minimalista em seu interior (ARCHDAILY BRASIL, 2021)²³.

Em 2018, o projeto proporcional aos arquitetos o 1º lugar no Prêmio IAB-SP (Instituto de Arquitetos do Brasil) na categoria de projeto residencial.

²² https://citinewsroom.com/2019/02/in-ghana-new-updated-mud-houses-could-be-the-future/?fbclid=IwAR0AUof0c64_vTBc3yXvBVIHz8ugUmLEWihJypxC9vQXsPYxxmXCZJ_8pwl

²³ https://www.archdaily.com.br/br/937625/casa-em-cunha-arquipelago-arquitetos?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

Figura 18 - Casa paulista moderna com taipa



Fonte: ArchDaily Brasil (2021)²⁴

Projetado pela arquiteta Marília Pellegrini para a mostra CASACOR São Paulo 2017, o ambiente Café Experiência (FIG.19) foi edificado com paredes de taipa de pilão para remeter as construções originais do “ciclo do café” brasileiro. As paredes foram edificadas localmente e contam com grãos de café pilados juntamente com a terra, gerando um diferencial estético atrativo. O ambiente interno é decorado com um padrão que seja linear com a proposta abordada (MARTINEZ, 2018)²⁵.

Figura 19 - Café Experiência



Fonte: Casa Cor (2017)²⁶

²⁴ <https://www.archdaily.com.br/br/937625/casa-em-cunha-arquipelago-arquitetos>

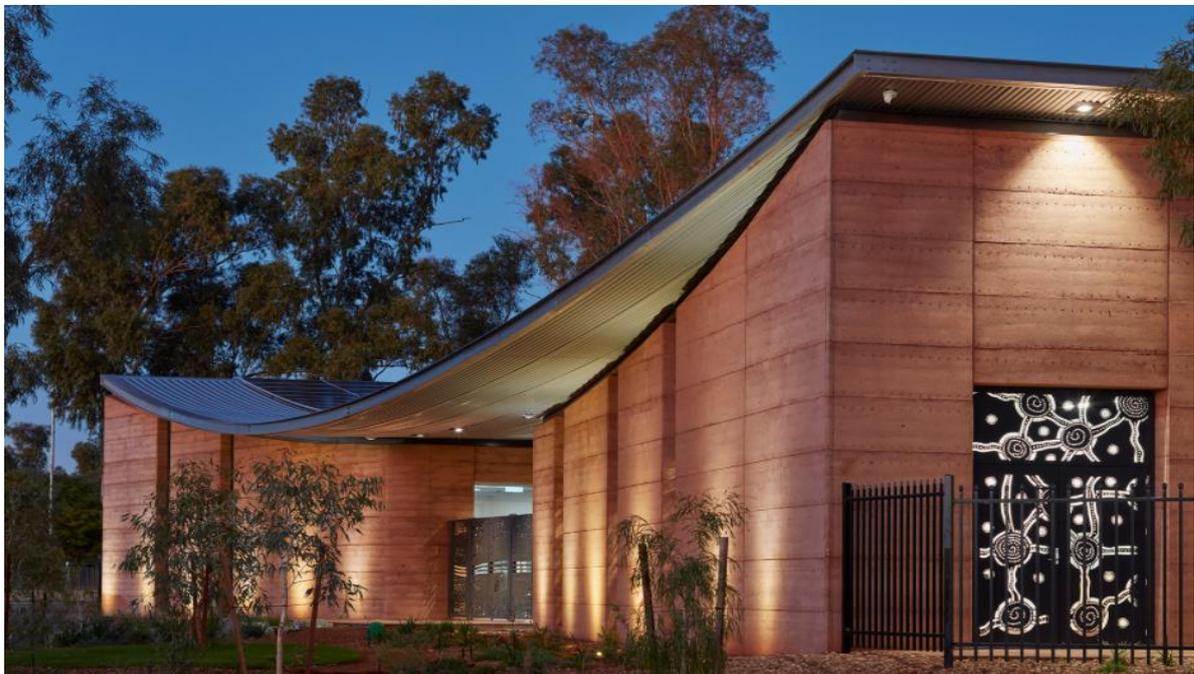
²⁵ <https://casacor.abril.com.br/tv-casacor/sao-paulo/cafe-paredes-taipa-pilao-marilia-pellegrini-casacor-sao-paulo-2017/>

²⁶ <https://casacor.abril.com.br/ambientes/ciclo-do-cafe-inspira-espaco-de-marilia-pellegrini-na-casacor-sp/>

2.5.2.4 Centro de Saúde em Newman

O escritório Kaunitz Yeung Architecture projetou no ano de 2020 o Centro de Saúde PAMS (FIG.20), com aproximadamente 970 m² de área e que fica localizado na cidade de Newman, Austrália. O imóvel é a primeira unidade de saúde primária a ser construída na cidade, que tem a população predominantemente aborígine e tem como atender as demais comunidades no entorno da cidade. A edificação inclui clínica geral, saúde infantil / materna, odontologia, tratamento e instalações de saúde para médicos visitantes. Composto majoritariamente de taipa, o imóvel esbanja uma estética contemporânea, com traços de padrão elevado e que condiz com as demandas de sustentabilidade atual (ARCHDAILY BRASIL, 2021)²⁷.

Figura 20 - Centro de Saúde na Austrália



Fonte: ArchDaily Brasil (2021)²⁷

2.5.2.5 Pavilhão Marrocos Expo 2020

O escritório de arquitetura OUALALOU+CHOI, localizado em Marrocos demonstra de uma vez por todas como a técnica de taipa de pilão alinhada com os

²⁷ https://www.archdaily.com.br/br/965581/centro-de-saude-pams-newman-kaunitz-yeung-architecture?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

padrões estéticos atuais pode resultar em edificações primorosas e de grande magnitude construtiva. O Pavilhão do Marrocos (FIG.21) edificado para a Expo 2020 de Dubai é composto de 22 volumes retangulares empilhados visualmente, contam com uma fachada de taipa de área equivalente a 4000 m² e possui 33 metros de altura. A utilização da taipa nesta edificação demonstra o quão tradicional e inovadora esta técnica pode ser. Após a finalização da Expo 2020, que foi adiada em mais de um ano e teve início apenas em 30 de setembro de 2021, o pavilhão será transformado em um complexo habitacional com instalações adaptadas em apartamentos (ARCHDAILY BRASIL, 2021)²⁸.

Figura 21 - Pavilhão do Marrocos, Expo 2020



Fonte: ArchDaily Brasil(2021)²⁸

²⁸ https://www.archdaily.com.br/br/965737/pavilhao-do-marrocos-da-expo-2020-dubai-oualalou-plus-choi?ad_medium=office_landing&ad_name=article

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se então que a técnica de taipa de pilão se consolida como uma alternativa à construção civil contemporânea devido a sua viabilidade construtiva, suas metodologias condizentes com a necessidade ecológica atual e o conceito de construções sustentáveis, uma vez que possui geração de resíduos quase nula e pequena energia de transporte e produção envolvida. Esta técnica se torna uma aliada importante na busca por construções que visam minimizar os impactos ambientais gerados pelo setor civil e a geração intensiva de resíduos que o setor apresenta.

A taipa de pilão apresenta numerosas vantagens que a tornam facilmente atrativas para a construção civil, bem como sua estética crua que condiz com as tendências arquitetônicas vernáculas e contemporâneas, além de apresentar desvantagens contornáveis, tais quais a suscetibilidade a águas pluviais, a falta de padronização no solo e a retração do solo.

Cabe ressaltar também que a utilização desta técnica fica passível de análise mediante as características e o histórico das intempéries naturais do local de construção, uma vez que esta técnica deve ser evitada em terrenos acidentados ou com proximidade a cursos hídricos, visto que em situações de cheia e transbordamento da calha do curso, a construção pode sofrer avarias consideráveis, culminando em alto processo de deterioração.

Por sua vez, ainda se faz necessário uma nova redefinição social e cultural ligada a construções que utilizam terra crua, uma vez que estas são comumente associadas a “construções pobres”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHCAR, Maria Letícia Da Silveira. **Edificações em terra: processo de produção e evolução da taipa.** 2016. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.
- AS CASAS MAIS EXTRAORDINÁRIAS DO MUNDO. Reino Unido: 2018. Temporada 1, ep. 1 (59min.), Netflix (plataforma de streaming), son.,color.
- ARCHDAILY BRASIL. **Casa em Cunha / Arquipélago Arquitetos.** 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/937625/casa-em-cunha-arquipelago-arquitetos>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- ARCHDAILY BRASIL. **Centro de Saúde PAMS, Newman / Kaunitz Yeung Architecture.** 2021. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/965581/centro-de-saude-pams-newman-kaunitz-yeung-architecture?ad_source=search&ad_medium=projects_tab. Acesso em: 12 dez. 2021.
- ARCHDAILY BRASIL. **Pavilhão do Marrocos da Expo 2020 Dubai / OUALALOU+CHOI.** 2021. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/965737/pavilhao-do-marrocos-da-expo-2020-dubai-oualalou-plus-choi?ad_medium=office_landing&ad_name=article. Acesso em: 12 dez. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16814 - Adobe: requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, p. 26. 2020.
- BAGLIONI, Eliana. **Técnicas de construção em terra crua no Vale do Drâa (Marrocos).** III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 2010.
- BRADY, Nyle. C.; WEIL, Ray. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** Grupo A, 2013.
- CASA VOGUE. **Taipa de pilão: 5 projetos que utilizam a técnica sustentável,** 2021. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Design/Sustentabilidade/noticia/2021/03/taipa-de-pilao-5-projetos-que-utilizam-tecnica-sustentavel.html>. Acesso em: 17 out. 2021.
- CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil.** Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.
- D'AVILA, Flávia Blaia. **Conceitos e técnicas para assentamentos humanos na perspectiva da sustentabilidade.** 2008. 223 p. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) - FAU PUCCampinas, Campinas, 2008.
- FERNANDES, Maria. **A taipa no mundo.** digitAR-Revista Digital de Arqueologia, Arquitectura e Artes, n. 1, 2013.

FERREIRA, Carlos de Castro. **A sustentabilidade do sistema construtivo em terra: Um projeto de reabilitação.** 2012. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

GOUVEIA, Nelson. **Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental.** Saúde e sociedade, v. 8, p. 49-61, 1999.

HOFFMANN, Márcio Vieira; MINTO, Fernando Cesar Negrini; HEISE, André Falleiros. **Taipa de Pilão.** Célia Neves Obede Borges Faria, p. 46-61, 2011.

KAPAZI. **Tons terrosos: como combinar e usar na sua decoração.** 2021. Disponível em: <https://kapazi.com.br/tons-terrosos-como-combinar-e-usar-na-sua-decoracao/> Acesso em: 11 dez. 2021.

KLÜPPEL, Griselda Pinheiro. **A casa e o clima: (trans) formações da arquitetura habitacional no Brasil (Século XVII-Século XIX).** 2009.

LEHM TON ERDE. **Products.** Disponível em: <https://www.lehmtonerde.at/en/products/product.php?aID=70/>. Acesso em: 13 nov. 2021.

MARTINEZ, Júlia. **Café com paredes de taipa de pilão na CASACOR São Paulo 2017.** 2018. Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/tv-casacor/sao-paulo/cafe-paredes-taipa-pilao-marilia-pellegrini-casacor-sao-paulo-2017/>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MARTINS, Ana Isabela Soares. **A taipa de pilão como método construtivo de casas populares.** II Jornada Internacional de Políticas Públicas. 2005.

MARTINS, Graciane. **Hiperadobe x Superadobe.** 2016. Disponível em: <http://mcmvconstrucao.blogspot.com/2016/02/hiperadobe-x-superadobe.html>. Acesso em: 11 dez. 2021.

MINKE, Gernot. **Manual de construção em terra: Desenho e Tecnologia duma Arquitectura Sustentável.** Lisboa, 2012.

MONTORO, Paulo; ESTON, David. **Como construir paredes de taipa.** São Paulo: ILAM (Instituto Latino e Americano), 1994.

NEVES, Célia; FARIA, Obede Borges. **Técnicas de construção com terra.** Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, v. 14, n. 08, p. 2013, 2011.

HOFFMANN, Márcio Vieira; MINTO, Fernando Cesar Negrini; HEISE, André Falleiros. **Taipa de Pilão.** Célia Neves Obede Borges Faria, p. 46-61, 2011.

OLENDER, Mônica Cristina Henriques Leite. **A técnica do pau-a-pique: subsídios para a sua preservação.** 2006.

OLIVEIRA, Bruno Assuncao. **Inserção da taipa de pilão mecanizada com apiloamento pneumático no mercado da construção sustentável no Brasil.** 2012.

OLIVEIRA, Daniel V. et al. **A Construção em taipa e os sismos.** In: 8º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica. 2010.

PEIXOTO, Maria Virgínia Simão; SOUZA, Luiz Antônio Cruz; REZENDE, Marco Antônio Penido. **O acervo em taipa de pilão em Minas Gerais.** Icomos Brasil, Simpósio Científico, 2017.

PINHEIRO, Levi et al. **Panorama da produção de obras em terra crua com design contemporâneo nos últimos 60 anos no Brasil.** In: 2.º CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO LUSO-BRASILEIRA. 2016.

PISANI, Maria Augusta Justi. **Taipas: a Arquitetura de Terra.** Sinergia, v. 5, p. 09-15, São Paulo, 2004.

PROMPT, Cecília Heidrich; BORELLA, Leandro Lima. **Experiência em construção com terra no segmento da agricultura familiar.** In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. 2010.

RODRIGUES, Faline Arantes; FEIBER, Silmara Dias. **Arquitetura viva: sustentabilidade com a técnica tradicional de taipa de pilão em construções contemporâneas.** Anais do Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais, v. 1, n. 1, 2013.

RODRIGUES, Paulina Faria. **Construções em terra crua: Tecnologias, Potencialidades e Patologias.** Musa, Setúbal, v. 2, p. 149-155, jul. 2005.

RODRIGUES, Paulina Faria; HENRIQUES, Fernando MA. **Condicionantes da conservação de construções em terra.** IV Siacot Ibero-americano de construção com terra/III Seminário "Arquitectura de terra em Portugal". Monsaraz, 2005.

SATTLER, Miguel Aloysio. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: A casa alvorada e o centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis.** ANTAC, 2007.

SATO, Marcia Helena Yamamoto. **Análise de estruturas em taipa de pilão.** 2011. 87 p. Dissertação (Mestre em engenharia de estruturas) - USP, São Paulo, 2011.

SILVA, Cláudia Gonçalves Thaumaturgo da. **Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua.** 2000. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, São Paulo.

SILVA, Érico de Oliveira e. **Arquitetura popular de terra crua: suportes e argamassas de revestimento para edificações em comunidades quilombolas.** 2015.

SILVA, Paloma Lima da. **O uso da taipa de pilão na arquitetura contemporânea como bioconstrução.** 2018. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE PAULISTA.

SOUZA, Eduardo. **Tons da terra:** os incríveis desenhos das paredes de taipa em Gana. 2021. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/914699/tons-da-terra-os-incriveis-desenhos-das-paredes-de-taipa-em-gana>. Acesso em: 11 dez. 2021.

TELLI, Francielli Hang. **Taipa de pilão.** Florianópolis: Arq:ufsc, 2014. 15 slides, color.

TORGAL, F. Pacheco; EIRES, R.; JALALI, Said. **Construção em terra.** Universidade do Minho. TecMinho, 2009.

VAN EIJK, Dries; DE SOUZA, Vicente Custódio Moreira. **Surgimento, desenvolvimento e desaparecimento da técnica taipa de pilão no brasil.** Conservar património, n. 3-4, p. 17-24, 2006.