

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SAGRADO CORAÇÃO

VITORIA GIOVANNA NICOLAU DA SILVA

CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS E A CONCEPÇÃO FORMAL NA  
ARQUITETURA: EDIFÍCIOS EM TERRA CRUA

BAURU

2022

VITORIA GIOVANNA NICOLAU DA SILVA

CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS E A CONCEPÇÃO FORMAL NA  
ARQUITETURA: EDIFÍCIOS EM TERRA CRUA

Monografia de Iniciação Científica do  
Curso de Arquitetura e Urbanismo  
apresentado à Pró- reitoria de Pesquisa e  
Pós-graduação do Centro Universitário do  
Sagrado Coração.

BAURU

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com  
ISBD

S586c	<p>Silva, Vitoria Giovanna Nicolau da</p> <p>Construções sustentáveis e a concepção formal na arquitetura: edifícios em terra crua / Vitoria Giovanna Nicolau da Silva. -- 2022. 93f. : il.</p> <p>Orientador: Prof. M.e Renan Amauri Guaranha Rinaldi</p> <p>Monografia (Iniciação Científica em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru -SP</p> <p>1. Sustentabilidade. 2. Construção em Terra. 3. Concepção formal. 4. Técnicas construtivas. I. Rinaldi, Renan Amauri Guaranha. II. Título.</p>
-------	--

Dedico está monografia a todos que me apoiaram e tornaram tal percurso mais fácil em especial aos meus familiares e meu orientador Renan.

Agradeço a Deus que até aqui me sustentou e a comunidade docente por todo conhecimento passado para melhor compreensão do tema abordado nesta monografia.

## RESUMO

As construções que empregam a utilização de terra crua constituem edificações mais sustentáveis quando comparadas à construção civil usual contemporânea e são por vezes associadas a características preconceituosas dentro da sociedade. Esta análise tem por objetivo demonstrar como essas edificações podem ser ao mesmo tempo sustentáveis e duráveis, contribuindo para a concepção formal do projeto e não perder a qualidade estética arquitetônica, quebrando assim com tais estereótipos, possibilitando a aplicação em várias modalidades de construções. Além disso, valorizar as raízes culturais da técnica de construir com terra, entender como ela se transformou ao longo do tempo e reconhecer o seu custo-benefício em relação a outros métodos de construir. Como metodologia utilizou-se o método fenomenológico, baseado em esclarecer determinado fato da sociedade dificilmente contestado. Além disso, serão utilizados os métodos de procedimentos histórico e tipológico, onde o histórico consiste no estudo e relação de fatos do passado com os dias atuais e ao tipológico cabe definir os pontos positivos e negativos relacionados ao projeto. Busca-se, portanto, uma visão geral do assunto possibilitando demonstrar que, quando as técnicas de terra crua são executadas da forma correta, pode-se obter edificações com qualidade arquitetônica, estética e funcional.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Construção em Terra. Concepção formal. Técnicas construtivas.

## ABSTRACT

Constructions that use raw earth are more sustainable buildings when compared to the usual contemporary civil construction and are sometimes associated with prejudiced characteristics within society. This analysis aims to demonstrate how these buildings can be both sustainable and durable, contributing to the formal design of the project and not losing the architectural aesthetic quality, thus breaking with such stereotypes, being applied in various types of constructions. In addition, value the cultural roots of the technique of building with earth, understand how it has changed over time and recognize its cost-effectiveness in relation to other methods of building. Understanding that the use of techniques that involve pure land is used in greater numbers by people who do not have investments to improve construction processes, and based on that, interpret that the idea of poverty linked to these works goes far beyond their outdated method. To materialize and deepen the research, as a methodology we will use the phenomenological method, based on clarifying a certain fact of society that is hardly contested. In addition, the methods of historical and typological procedures will be used, where the historical consists of the study and relationship of facts from the past to the present day and the typological is responsible for defining the positive and negative points related to the project. Therefore, an overview of the subject is sought based on the use of exploratory research through case studies and bibliographic surveys.

**Keywords:** Sustainability. Earth construction. Formal design. Constructive techniques.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Representação dos locais do globo que são empregadas as técnicas de construção em terra crua.....	12
FIGURA 2 – Casa enxaimel .....	15
FIGURA 3 – Ocas indígenas.....	16
FIGURA 4 – Imagem representativa das camadas do solo.....	26
FIGURA 5 - Representação dos tijolos de BTC. ....	33
FIGURA 6 – Execução da alvenaria com tijolo de solo cimento.....	34
FIGURA 7 – Produção do tijolo de solo cimento de forma manual .....	36
FIGURA 8 - Representação dos blocos de tijolo adobe. ....	38
FIGURA 9 – Execução manual do tijolo de adobe em forma de madeira .....	39
FIGURA 10 – Uma das formas de produção dos tijolos de adobe .....	41
FIGURA 11: Representação de uma parede de taipa de mão .....	43
FIGURA 12 – Execução da parede de taipa de mão .....	44
FIGURA 13 – Esquema de uma das formas de realizar a trama que receberá a massa plástica de terra crua.....	45
FIGURA 14 – Execução da parede de taipa de pilão manualmente .....	48
FIGURA 15 – Demonstração das camadas da taipa de pilão .....	49
FIGURA 16 – Demonstração das formas de madeira na execução em taipa de pilão .....	53
FIGURA 17 – Fachada Hospital de Feldkirch.....	57
FIGURA 18 – Corredor principal com parede em taipa .....	55
FIGURA 19 – Corredor principal com parede em taipa.....	56
FIGURA 20 – Vista p/ as salas de aula da Escola de Artes Plásticas de Oaxaca.....	57
FIGURA 21 – Corte esquemático da relação entre topografia e construção.....	58
FIGURA 22 – Vista da cerejeira mexicana .....	59
FIGURA 23 – macrozoneamento da Escolas de Artes Plásticas de Oaxaca .....	60
FIGURA 24 – Imagem da Escola Nacional Florestan Fernandes .....	61
FIGURA 25 – Acesso a Escola Florestan Fernandes .....	62
FIGURA 26 – Biblioteca .....	63
FIGURA 27 – Refeitório.....	64
FIGURA 28 – Espaço Frida Kahlo.....	65



FIGURA 29 – Vista do interior da casa para o Deserto .....	66
FIGURA 30 – Acesso a casa através de uma escadaria .....	67
FIGURA 31 – disposição do macrozoneamento .....	68
FIGURA 32 – Exterior da sala de estar .....	69
FIGURA 33 – Vista de um dos acessos a Startup Lions Campus .....	70
FIGURA 34 – Vista aérea .....	71
FIGURA 35 – Corte que demonstra a semelhança com o cupinzeiro .....	72
FIGURA 36 – Demonstração das múltiplas formas de utilização do local .....	73
FIGURA 37 – Vista central do posto de atendimento à saúde .....	74
FIGURA 38 – planta esquemática para representação .....	75
FIGURA 39 – Lateral do posto de atendimento à saúde .....	76
FIGURA 40 – Vista central do posto de atendimento à saúde .....	77
FIGURA 41 – Vista em perspectiva do Centro de Arquitetura da Terra .....	78
FIGURA 42 – Implantação .....	79
FIGURA 43 – Vista exterior .....	80
FIGURA 44 – Representação da fachada e do corte longitudinal .....	80
FIGURA 45 – Vista interior para visualização das aberturas laterais .....	81
FIGURA 46 – Fachada do escritório .....	82
FIGURA 47 – Planta .....	83
FIGURA 48 – Demonstração da abertura zenital .....	84
FIGURA 49 – Imagem interna .....	85

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3 O USO DAS CONSTRUÇÕES EM TERRA CRUA .....</b>	<b>16</b>
3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	16
3.2 NORMATIZAÇÃO E LEGISLAÇÃO VIGENTE .....	18
3.3 SOLO E ESTABILIZAÇÃO .....	20
3.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS .....	24
3.5 PATOLOGIAS .....	27
3.6 PROPRIEDADES CONSTRUTIVAS E FÍSICAS DAS TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO COM TERRA CRUA .....	28
<b>3.6.1 Solo cimento .....</b>	<b>28</b>
<b>3.6.2 Adobe .....</b>	<b>33</b>
<b>3.6.3 Taipa de mão .....</b>	<b>39</b>
<b>3.6.4 Taipa de pilão .....</b>	<b>43</b>
<b>4. APLICABILIDADE DAS TÉCNICAS EM TERRA CRUA .....</b>	<b>50</b>
4.1 HOSPITAL DE FELDKIRCH .....	50
4.2 ESCOLA DE ARTES PLÁSTICAS DE OAXACA .....	53
4.3 ESCOLA NACIONAL FLORESTAN FERNANDES .....	57
4.4 CASA NO DESERTO, TUCSON .....	61
4.5 STARTUP LIONS CAMPUS. LAKE TURKANA, KENYA .....	66
4.6 LÉO DOCTOR'S HOUSING. LÉO, BURKINA FASO .....	69
4.7 CENTRO DE ARQUITETURA DA TERRA. MOPTI, MALI .....	74
4.8 CAJA DE TIERRA, EQUIPO .....	78
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As construções em terra não cozida, também denominadas de terra crua, entre tantas técnicas, envolvem a cultura de taipa, pau a pique, adobe e blocos de terra comprimida (BTC), e consistem na utilização de elementos naturais, como barro, bambu, palha dentre outros materiais, para construção de moradias consideradas mais sustentáveis em relação a construção civil em alvenaria da contemporaneidade. (GONÇALVES, 2012).

Historicamente, há cerca de dez mil anos, tal técnica de estruturação ligava-se às tradições culturais do mundo todo e foram utilizadas por egípcios, mesopotâmios, germânicos e ibéricos, sendo adotadas ainda hoje, em sua maioria, por populações subdesenvolvidas. À exemplo disso, cerca de 30% a 50% da população mundial vive ou trabalha com construções de terra crua. (GONÇALVES, 2012).

Em busca do reconhecimento da terra não cozida como matéria prima para a construção mundial, a Unesco<sup>1</sup> em parceria com um grupo de estudiosos do tema, fundou em 1979 o Centro Internacional de Construção da Terra (CRATerre), visando temas como sustentabilidade, cultura e direitos humanos. Em 2012, o grupo mapeou os países do globo cuja construção em terra é empregada em moradias, sendo 150 deles enquadrados como Patrimônio Arquitetônico Mundial (Figura 1). Isso demonstra a importância desse método construtivo e reforça sua presença em praticamente todos os continentes, independente do clima, situação financeira ou cultura local. (SANTOS, 2015)

---

<sup>1</sup> A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) é um órgão especializado das Nações Unidas, fundada em 16 de novembro de 1945 com o objetivo de auxiliar e atuar na paz e segurança no mundo por meio da educação, ciências naturais, ciências sociais/humanas e comunicações/informação. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil>.

FIGURA 1 - Representação dos locais do globo que são empregadas as técnicas de construção em terra crua.



Fonte: CRATerre (Earthen architecture in today's world, 2012)

Apesar de pouco normatizada, a construção em terra está sendo cada vez mais utilizada, tanto por sua concepção formal quanto por suas características sustentáveis, podendo ser utilizada estruturalmente e como vedação.

[...] por aliar as vantagens da terra crua como material de baixo impacto ambiental às possibilidades de construção de estruturas portantes com flexibilidade de forma e baixa complexidade tecnológica, estas técnicas em suas variações estão sendo cada vez mais utilizadas, sendo que já existem registros de construções deste tipo em todos os continentes. (SANTOS, 2015, p.38)

Atualmente, a predominância de construções executadas corretamente com esse tipo de técnica construtiva está presente ao longo do território nacional nas sedes de fazendas, edifícios públicos e igrejas. Em contrapartida, em regiões rurais e menos favorecidas pelos recursos públicos, tende-se a serem mal executadas e com o passar do tempo tornou-se inevitável a associação preconceituosa da técnica construtiva como uma construção pobre em relação aos outros métodos construtivos, e constantemente associada a doenças. (OLENDER, 2006)

Nas regiões Nordeste e Norte as taipas de mão são empregadas nas habitações para a população de baixa renda. Apresentam características diferentes, em função das especificidades locais, mas há muito preconceito

contra essa técnica, devido à forma rudimentar como é edificada. Essas paredes acabam apresentando muitas trincas e rachaduras e abrigam insetos, como o barbeiro, que é o responsável pela proliferação do mal de Chagas. (PISANI, 2004, p.15)

A estética arquitetônica é um dos elementos essenciais em um projeto. Entretanto, em construções sustentáveis nem sempre é o mais valorizado, especialmente quando se trata de casas feitas com barro, das quais são diretamente associadas a estratos minoritários da sociedade. Sendo assim, questiona-se de que maneira tais construções poderão desvincular-se da ideia rudimentar, e ainda serem sustentáveis e belas.

Todavia, grande parte das casas de terra pura existentes atualmente não acompanhou o desenvolvimento da arquitetura moderna e contemporânea. Com isso, características como durabilidade, metodologia, harmonia e elegância necessitam ser retomadas para desconstruir a ideia de arquitetura pobre em detalhes e sustentações. Assim temos que:

[...] a tecnologia relativa à construção com terra crua, que se desenvolvia juntamente com as culturas que a adotavam, sofreu praticamente uma interrupção em sua evolução com o aparecimento de novas tecnologias construtivas e novos materiais, especialmente o cimento e o aço. Com a industrialização dos processos construtivos, construir com terra passou a ser relacionado à falta de recursos e de acesso à tecnologia. (SANTOS, 2015, p. 37)

Tendo-se como os principais exemplos o adobe, a taipa, o pau a pique e o bloco de terra comprimida, uma relação importante a ser citada sobre tais métodos construtivos é o fato de serem considerados recursos alternativos. Sendo que estas técnicas de construção são tidas como mais sustentáveis quando comparadas com o método construtivo tradicional de concreto armado e alvenaria de vedação utilizado no Brasil. (GIRALDELLI, et al, 2020)

Um dos problemas do emprego indiscriminado de materiais altamente industrializados como cimento, aço e blocos cerâmicos, para mencionar os mais usados, é seu alto impacto ambiental durante seu ciclo de vida, caracterizado por uma alta energia incorporada e altas taxas de emissão de carbono e outros poluentes. (SANTOS, 2015, p. 43)

Na atualidade, devido à escassez dos recursos naturais e danos à natureza, há um aumento da preocupação com a sustentabilidade global e como podemos

mudar os nossos hábitos para diminuir e/ou reparar danos causados ao meio ambiente. Sendo assim, a técnica de construir edifícios em terra crua torna-se uma solução viável em diversos casos, visto que:

[...] a otimização dos sistemas e processos construtivos que utilizam a terra como matéria-prima é importante para contribuir na busca de soluções para diminuir o consumo de energia, a produção de resíduos e a ocorrência de desperdícios no setor da construção civil. Isso ajuda também na redução do esforço físico dos trabalhadores e na consequente aceitação das técnicas construtivas. (VELARDO, 2015, p.18)

A arquitetura vernacular surge como uma alternativa sustentável para lidar com as problemáticas da construção civil atual, tendo em vista que as técnicas vernaculares, sejam elas em terra, madeira ou pedra, utilizam-se de matéria prima local ou com poucos deslocamentos para a produção da obra.

A respeito dessa tipologia arquitetônica, o escritor e pesquisador Günter Weimer enumerou seis características principais que demonstram a potencialidade dessa arquitetura. Essas características são: A simplicidade, por conta da utilização de recursos naturais locais; A adaptabilidade, por ser um registro de técnicas exógenas adaptadas ao clima e materiais nacionais; A auto explicação, sua forma plástica é resultado dos materiais e das técnicas utilizadas; A hereditariedade de tradições, por ser resultado de uma evolução multissecular e de profundo respeito com as tradições culturais passadas de pais para filhos; A permeabilidade às contingências sociais, pois tem uma grande capacidade de adaptação às diversas fases da sociedade; A criatividade, por conta da capacidade de cumprir as demais características. (SANTOS, 2020)

Além das construções em terra crua que serão tratadas nesta pesquisa, pode-se citar como arquitetura vernacular no Brasil, as casas enxaimel (figura 2), presentes no Sul do país, marcado pela imigração alemã e italiana. Esse tipo de moradia é marcado por suas estruturas em madeira aparente com seus vãos preenchidos com tijolos ou taipa e a grande inclinação dos telhados. (PIRES, 2021)

FIGURA 2 – Casa enxaimel



Fonte: Karskanik stroy

A região Centro-Oeste apresenta uma arquitetura vernacular marcada por ocas (figura 3), tendo em vista a forte presença de indígenas na região. Nelas percebe-se a utilização da palha e das estruturas em madeira. Já no Norte do país, em decorrência da hidrografia e o clima extremamente úmido, tem-se as construções de palafitas, que são construções sobre estacas de madeira que permitem o alojamento sobre rios, assim evita que as casas sejam arrastadas. (PIRES, 2021)

FIGURA 3 – Ocas indígenas



Fonte: PIRES, 2021, p. 20

As construções em terra crua são um tipo de tecnologia vernacular que possuem diversos métodos de produção, sendo eles o adobe, a taipa, o tijolo ecológico entre muitos outros. Entretanto:

Este tipo de arquitetura, atualmente em desuso, oferecia ao utilizador conforto sem a necessidade de implementação de equipamentos prejudiciais ao ambiente. Em contrapartida a arquitetura vernacular obriga a uma atenção, disponibilidade e conhecimento por parte do utilizador, para que o edifício funcione de forma eficiente. A falta de tempo que atualmente vemos na sociedade não se ajusta com a arquitetura vernacular (COSTA, 2019, p. 8).

No continente americano a construção com terra já era utilizada desde épocas antigas principalmente no México, Peru e sudoeste dos Estados Unidos, devido ao clima quente e seco, mais propício a este tipo de construção. As civilizações incas e astecas já faziam uso da terra como material de construção, mesmo antes da chegada dos colonizadores (SILVA, 2011).

Historicamente o Brasil se trata de um país colonizado por Portugueses, entretanto, devido a diversas migrações sofreu com influências africanos, italianas, alemãs, japonesas entre muitas outras que, além do clima e posição geográfica,



também estabeleceram colônias ao longo do seu território influenciando na arquitetura vernacular de cada região.

A arquitetura vernacular brasileira, em seu contexto histórico, é fruto da miscigenação entre as culturas indígena, africana e europeia e da adaptação destas ao meio social e ambiental. Entretanto, mesmo com sua relevância técnica e cultural, a arquitetura vernacular produzida e consumida pelos povos, em um contexto geral, não compreende os estudos formais da arquitetura. (GALDINO, et al 2009, apud CALLEJAS, et al, 2019)

A técnica foi consolidada a partir do período colonial com a chegada dos portugueses e pouco depois pelos escravos africanos, não havendo registros dessa técnica pelos povos indígenas locais. A utilização de tal tipo de construção foi facilitada principalmente pela abundância de matéria prima existente, e posteriormente, devido ao Ciclo do Ouro e do Café, a extração de terra era realizada em grande escala, favorecendo assim o uso da terra crua como método construtivo. (OLENDER, 2006). Entretanto:

[...] no Brasil em vias de deterioração. Os conhecimentos acerca deste sistema construtivo estão se perdendo, devido em primeiro lugar, ao fato de ser esta uma tradição oral, passada de pai para filho, e em segundo lugar ao desprezo e mesmo aversão que as referidas técnicas construtivas vêm recebendo por parte da população[...] (SILVA, 2000, p. 12)

Devido a essa miscigenação a arquitetura em terra brasileira não sofreu influência indígena direta, visto que esses se utilizavam da palha, folhagens e madeira para construção das habitações, mas de portugueses e africanos, os quais já faziam uso da técnica em seus respectivos países. A mistura da técnica em terra não cozida com as técnicas indígenas foi chamada de mestiçagem,

Essa se deu de forma bilateral: pois tanto o sistema utilizado pelos índios, quanto aquele que foi trazido pelos colonizadores modificaram-se aqui, sofrendo uma influência mútua, e traduzindo-se em algo que o historiador Ivan Alves Filho (1978) chamou de “a primeira grande manifestação cultural mestiça do Brasil”, ou seja, a casa de taipa brasileira. (SILVA, 2011, p.55)

Tal mestiçagem foi observada principalmente na região sudeste do Brasil, onde hoje se localiza o estado de São Paulo e

Representou um contraste com o que acontecia na América Espanhola e nas outras partes da América Portuguesa, como o Nordeste por exemplo, onde o

escravo indígena foi logo substituído pelo africano. A importância dessa mestiçagem indígena intensiva na vida e no comportamento da população era possível se perceber através de atos, como o da derrubada dos muros de taipa, que cercavam a antiga Vila de Piratininga - centro urbano, sede dos povoados da região - e que representavam uma tentativa de imposição da colonização oficial. Esses muros foram rejeitados pelos colonos, que os derrubaram e jamais os consertaram. A solução colona para a vila dispensava o uso dos muros, a exemplo da organização espacial indígena. (SAIA, 1978 apud SILVA, 2001, p. 59).

A atual falta de informação e um conhecimento defasado sobre a técnica de construir em terra crua ocorre devido a sua transmissão de técnica acontecer verbalmente, restringindo seu conhecimento a cultura herdada de cada geração e aumentando seu preconceito, fazendo com que as construções sejam demolidas erroneamente por serem consideradas insalubres e substituídas por técnicas de construção civil mais atuais. (SILVA, 2011). Para isso precisa-se promover sua aceitação por parte da população sendo necessário associar à terra ideias verdadeiras e inovadoras como: conforto, economia de energia, longevidade, ecologia e qualidade formal.

O preconceito existente no Brasil contra as suas próprias tradições é encontrado também em outros países de Terceiro Mundo, e leva esses países a negar as suas tradições por receio de parecerem arcaicos e atrasados aos olhos do mundo civilizado. Isso se deve também à dependência econômica dos países mais pobres à economia dos países ricos e, portanto, os primeiros terem o seu desenvolvimento atrelado ao dos segundos. Os países ricos, por sua vez, precisam dos países mais pobres para manter seus estilos de vida, consumistas e predatórios. Estilo esse, que se tornou uma espécie de modelo para os países pobres e, por ansiar alcançá-lo, acabam por consumir o que não lhes é adequado, quer sob o ponto de vista do clima, quer dos costumes e tradições; e acabam por rejeitar as suas próprias tradições, relegando-as ao desaparecimento (PINTO, 1993 apud SILVA, 2011, p. 60).

Esse pensamento é reforçado por CALLEJAS (et al, 2019) pois ele acredita que as construções vernáculas têm tido seu conceito negligenciado e associado ao subdesenvolvimento e à pobreza e vêm sendo substituídas por técnicas e materiais industrializados que, no imaginário social, representam melhor status quo e uma evolução da forma de morar e construir.

A terra é cada vez mais valorizada como material de construção, no entanto faltam técnicas apropriadas para o seu devido manuseio, que consequentemente afetam a durabilidade da obra (DELGADO, et al, 2007) visto que:

Não é um material de construção padronizado: sua composição depende das características geológicas e climáticas da região. Podem variar composição, resistências mecânicas, cores, texturas e comportamento. Para avaliar essas características são necessários ensaios que indicam as providências corretivas para corrigi-las com aditivos. (PISANI, 2004, p.10)

À terra está associada a uma estética própria, particularmente sensível, relacionada com o tato, o olfato e a cor de um elemento que é muito natural na percepção que se tem dele. Uma parede de terra crua preservará a sua coloração durante décadas (FALCÃO, 2014, p. 20).

É importante salientar que as instituições e empresas não compreendem a construção de terra como uma opção viável, fazendo com que surgissem progressos na recuperação de dados históricos e no conhecimento científico sobre as edificações em terra (NEVES, et al, 2011). Portanto:

[...] A recuperação das tecnologias construtivas tradicionais torna-se um trabalho difícil. É necessário fazer redescobrir as suas potencialidades, partindo do pressuposto de que uma construção tradicional de um determinado local, pelo longo processo de sedimentação cultural, dá uma resposta adequada às características daquele lugar, seu clima e materiais disponíveis. Um pressuposto extremamente sustentável, mas muito distante da percepção de modernidade que foi sendo desenvolvida ao longo do século XX [...] (FALCÃO, 2014, p.21).

Apesar do tema construções sustentáveis ser relativamente atual e bem discutido, há uma carência em projetos voltados para utilização de construções em terra crua que, como já citados anteriormente, compreendem diversas técnicas distintas de utilização do barro na construção civil, no entanto, empregam os mesmos materiais.

Tal déficit pode ocorrer, pois a grande maioria das vezes essas técnicas são aplicadas em edificações irregulares ou de baixa renda e, por não possuírem investimentos para inovação e aperfeiçoamento dos processos de implementação destas, deixam de serem valorizadas pela sociedade em geral. Sendo assim, torna-se importante uma análise de como desvincular a ideia de carência em estética dessas obras, possibilitando vincular a concepção formal do projeto a este material. De uma maneira geral isso irá ajudar a população a interpretar que não se trata de um método ultrapassado, mas de um déficit de tecnologias que abrangem essa área e que quando bem executado se torna uma alternativa extremamente viável.

Ao analisar as possibilidades finitas do planeta, é imprescindível o conhecimento sobre o modo de concepção de tais edificações, sendo considerada

uma maneira sustentável de se construir, além de ser uma alternativa viável ligada ao baixo custo e ainda assim obtendo um alto padrão de qualidade se aplicadas as técnicas corretamente.

Como objetivo, por meio dessa averiguação, buscou-se analisar como a população pode construir edificações de terra crua sem renunciar à qualidade estrutural da edificação, da sua concepção formal e da estética.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse projeto busca-se esclarecer os processos pelos quais as moradias em terra podem ser utilizadas na sociedade como um elemento plástico e estrutural, de modo a observar a evolução da arquitetura colonial à contemporânea. Analisar assim, além dos elementos estéticos, questões relacionadas às características dos materiais utilizados, sua ligação com determinadas regiões do país e aplicação na atualidade.

Posto isso, no intuito de aprofundar o conhecimento sobre o tema, será utilizado o método fenomenológico, esse consiste em esclarecer um determinado fato da sociedade que dificilmente pode ser refutado, sendo aplicado na pesquisa quando coletamos informações já conhecidas sobre construção em terra crua e fazemos as devidas observações, relacionando as perdas das características construtivas ao longo do tempo como forma de embasamento para responder nossas hipóteses.

Com base nisso, a pesquisa se encontra no campo qualitativo pois o foco não está na mensuração dos acontecimentos, mas no modo que as mudanças ocorreram. Para isso, utilizaremos como métodos de procedimentos o histórico e o tipológico, os quais consistem respectivamente em: estudar fatos do passado e suas relações com os dias atuais; e estabelecer pontos favoráveis ou não a respeito do objeto estudado a fim de estabelecer um modelo.

Partindo desses preceitos o tipo de pesquisa escolhido foi o exploratório, baseando-se na busca de uma visão geral sobre o tema construções sustentáveis em terra crua e suas relações com a plasticidade da arquitetura, realizando o levantamento bibliográfico e o estudo de caso.

Tem-se como ferramentas de apoio: periódicos, revistas, livros e artigos científicos online. De modo que evidencie a evolução dos processos construtivos utilizando terra pura e seus materiais nas regiões brasileiras, levando em consideração trabalhos de pesquisa já realizados e publicados com o mesmo tema ou que nos tragam informações relevantes.

### 3 DISCUSSÕES SOBRE O USO DAS CONSTRUÇÕES EM TERRA CRUA

Neste capítulo será discutido as possibilidades de uso das construções executadas em terra crua, assim como suas características técnicas, funcionais e estéticas.

#### 3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O tema sustentabilidade permeia todas as discussões da atualidade, tendo em vista a degradação acelerada do meio ambiente devido a exploração descontrolada dos recursos naturais. Isso ocorre principalmente por conta da dificuldade de encontrar meios que possam harmonizar a sua existência do ser humano, com o desenvolvimento natural dos ecossistemas terrestres, aos quais também pertence. (OLIVEIRA, 2009).

A etimologia da palavra sustentabilidade deriva do latim e significa sustentar, apoiar ou conservar. Sendo que:

Em 1987 surgiu a primeira definição de sustentabilidade, sustentada no relatório de *Brundtland*, a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Ambiente, CMMAD (1991), define como a capacidade de a humanidade garantir que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de gerações futuras atenderem também as suas (COSTA, 2019, p.03).

Tal relatório demonstrou a necessidade de intervenção no modelo de desenvolvimento econômico que se baseia na exploração desenfreada dos recursos naturais, e segundo ele essa intervenção deve ser feita na dimensão econômica, ambiental e social (SANTOS, 2020).

Devido a atual dependência de exploração dos recursos naturais, um dos agentes desse processo degradativo é a construção civil em alvenaria cozida (OLIVEIRA, 2009), seja na extração de matéria prima, transporte, produção e finalização do processo construtivo.

Os edifícios, uma vez construídos, continuam a ser causa de contaminação durante seu uso pela emissão de poluentes, pelo impacto no entorno e uso excessivo de água e energia para seu funcionamento. Esses impactos seguem até a fase de manutenção e demolição. O uso de materiais poluentes e não biodegradáveis geram um lixo que persiste por séculos nos grandes aterros sanitários. (OLIVEIRA, 2009, p.16)

Logo é preciso que se questione qual o futuro destes tipos de construção com relação à escassez de materiais e componentes, seu impacto sobre o meio natural e suas consequências econômico-sociais. Apesar da escassez dos recursos naturais começar a ser percebida e discutida a partir da década de 1970, com a crise do petróleo e a Conferência de Estocolmo organizada pela ONU em 1972, o conceito de sustentabilidade foi exposto somente no relatório de Brundtland, entretanto, tal definição parece utópica à sociedade contemporânea e o desejo de uma sociedade totalmente eco responsável se torna um vislumbre. Isso ocorre pois:

A complexidade exigida, o caráter antecipatório e a necessidade da multidisciplinaridade, sendo necessário unir o conhecimento específico neoclássico com um pensamento sistêmico. As limitações físicas, sociais, políticas e econômicas dificultam extremamente a valorização dos aspectos humanos e a aplicação dos conceitos de uma ciência, que é essencialmente de caráter holístico e biocêntrico (YEANG, 2006 *apud* OLIVEIRA, 2009, p. 24),

Tendo em vista o exposto, a construção em terra surgiu como uma das alternativas para uma arquitetura mais sustentável da qual não se faz apenas tendo em consideração os impactos prejudiciais durante a fase de obra, mas também o impacto que possa vir a ter no futuro, ou durante a sua utilização. (COSTA, 2019)

A arquitetura de terra articula o saber, as práticas populares e as tecnologias inovadoras mais modernas, representando um enorme potencial energético para o novo milênio (SILVA, 2011). Afirmando também que o método construtivo

Implica em uma grande economia de energia: pouco ou nenhum transporte, podendo variar de 5 a 50% dos custos e garantindo a conservação dos equilíbrios ecológicos, o que é uma vantagem importante já que a energia utilizada no setor da construção, nas obras públicas e na habitação, pode representar em um país até 25% do consumo total de energia (SILVA, 2011, p.49).

As construções com terra reduzem a demanda de cimento, já que a terra pode ser utilizada também como argamassa e reboco, que hoje promove 8% do aquecimento do planeta, assim como minimiza o transporte, que usa como fonte de energia, produtos derivados de petróleo e é responsável por 80% do aquecimento da atmosfera (SILVA, 2011, p. 28 e, 29).

Tal fator ocorre, pois, a arquitetura em terra ao ser demolida pode retornar às suas origens primárias e ser reutilizada em novas moradias, diminuindo os impactos residuais no planeta. Assim temos que uma arquitetura sustentável, reduz

significativamente o seu impacto ambiental, através da saudável integração no meio ambiente circundante e na redução da quantidade de recursos naturais (água, energia e materiais) despendida tanto para a sua construção como para a sua ocupação e posterior desmantelamento e /ou reutilização (COSTA, 2019).

### 3.2 NORMATIZAÇÃO E LEGISLAÇÃO VIGENTE

Apesar da técnica de construir em terra ser um método milenar de construção da moradia, por ter suas técnicas de execução transmitidas oralmente, possui pouco referencial teórico do qual apresenta os parâmetros para que as construções atendam aos padrões executivos de uma edificação de qualidade. Para a execução de construções sustentáveis ao longo dos anos foram sendo desenvolvidas certificações e rotulagens para classificação dos materiais e das próprias edificações. (COSTA, 2019). Tais qualificações:

Valorizam o produto e são mais vantajosos para o consumidor final. Estes certificados incentivam empresários ou projetistas a procurar metodologias sustentáveis.[...] O rótulo não deve apenas classificar o produto na fase final, mas em todo o processo. O rótulo não deve apenas classificar o produto na fase final, mas em todo o processo. Para Torgal e Jalali devem ser conhecidos “quais os impactos ambientais provocados pela extração das matérias-primas necessárias à sua produção” (p.29). Os autores referem ainda, que nem sempre um produto certificado tem um desempenho ambiental superior a um produto sem certificado. Conforme Torgal e Jalali “portadores de rotulagem ecológica, mas produzidos a milhares de quilômetros de distância, poderá eventualmente ser menos aconselhável do que a utilização de materiais ou produtos locais, ainda que sem o tal rótulo” (COSTA, 2019, p. 446).

Ainda segundo o autor, o Brasil também está caminhando para uma melhor certificação ambiental, mas ainda existe uma carência de políticas públicas que incentivem a construção de edificações sustentáveis. Outro problema é que as normatizações das estabilizações em construções com terra no Brasil se restringem aos tijolos de terra estabilizados com cimento (solo cimento).

Os principais rótulos, certificações e normatizações presentes no país são:

- NBR 8491 - Tijolo maciço de solo-cimento, especificação;
- NBR 8492 - Tijolo maciço de solo-cimento, determinação da resistência à compressão e da absorção de água, método de ensaio;
- NBR 10832 - Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual, procedimento;



- NBR 10833 - Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com a utilização de prensa hidráulica, procedimento;
  - NBR 10834 - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, especificação;
  - NBR 10834 - Bloco vazado de solo cimento sem função estrutural.
  - NBR 10835 - Bloco vazado de solo cimento sem função estrutural, forma e dimensões;
  - NBR 10836 - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, determinação da resistência à compressão da absorção de água, para qualificar o tijolo de solo-cimento;
  - NBR 7181:1984 - Análise granulométrica
  - NBR 6459:1984 - Limites de liquidez
  - NBR 7180:1988 - Limites de plasticidade
  - NBR 7183:1982 - Limite de contração
  - NBR 7182:1988 - Compactação do solo
  - NBR 12770:1992 - Compressão simples
  - NBR 11798:2012 Materiais para base de solo-cimento – Requisitos
  - NBR 12023:2012 Solo-Cimento – Ensaio de compactação
  - NBR 12024:2012 Solo-Cimento – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos – Procedimento
  - 12025:2012 Solo-Cimento – Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos – Método de ensaio
  - 12253:2012 Solo-Cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento
  - 12254:2013 Execução de base de solo-cimento – Procedimento
  - 13553:2012 Materiais para emprego em parede monolítica de solo-cimento sem função estrutural — Requisitos
  - 13554:2012 Solo-cimento — Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem — Método de ensaio
  - 13555:2012 Solo-cimento — Determinação da absorção de água — Método de ensaio
  - 16096:2012 Solo-Cimento – Determinação do grau de pulverização – Método de ensaio.
  - 16174:2013 Solo-cimento — Determinação do teor de cimento em misturas fresca de solo-cimento
  - NBR 15.220 (1 a 5) – Desempenho térmico de edificações.
  - NBR 15.575 (2013) (1 a 6) – Edifícios habitacionais – Desempenho.
- (Adaptado de COSTA, 2019).

### 3.3 SOLO E ESTABILIZAÇÃO

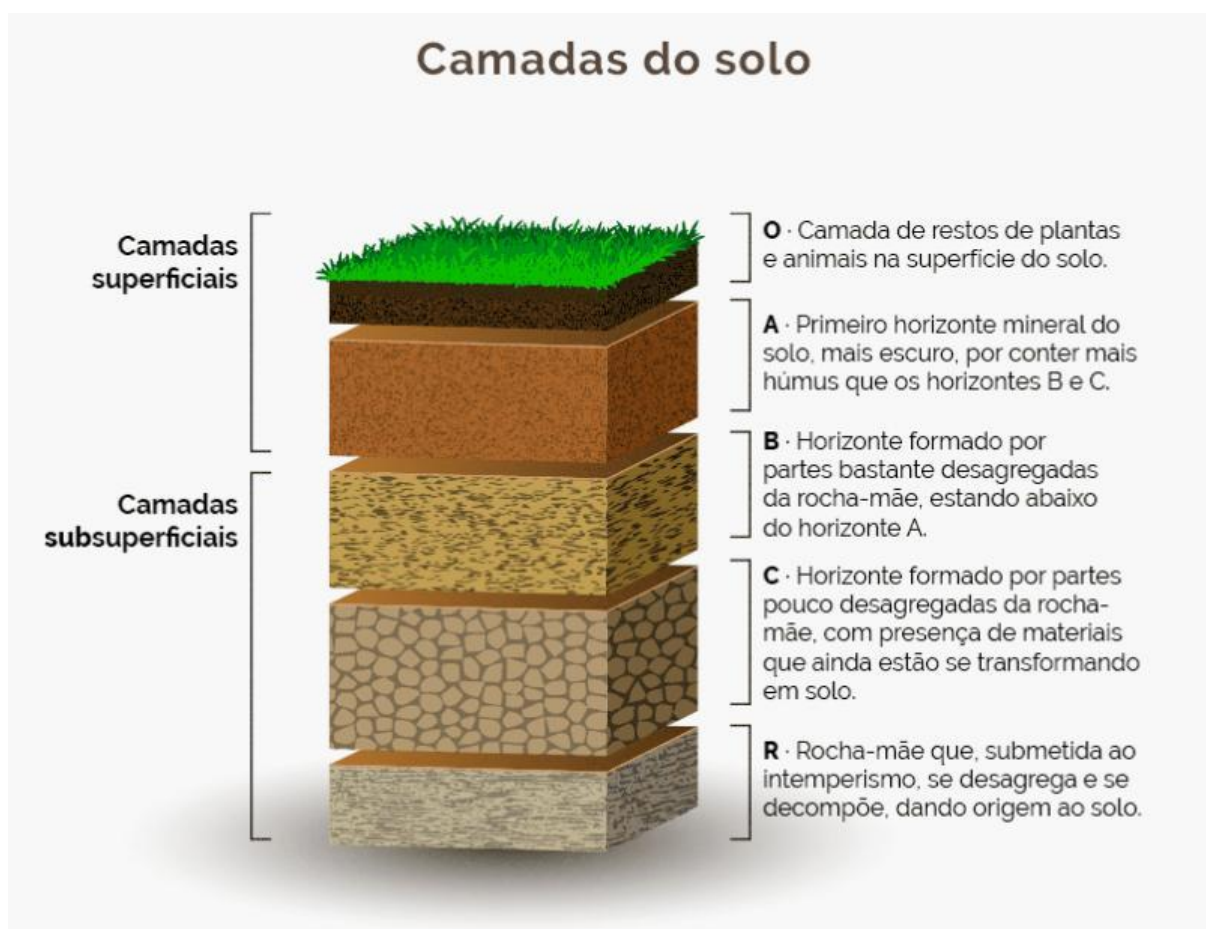
A principal matéria prima da construção em terra crua é o solo. Sendo primordial para sua utilização na construção civil o estudo de suas propriedades, visto que nem toda terra extraída possui as características necessárias para aplicação na construção de taipas, adobes, entre outras técnicas.

De acordo com Lepsch (2010), o homem passou a se interessar mais pelo conhecimento do solo há cerca de 10 mil anos, com sua fixação em determinados territórios e o início da agricultura. Um dos povos pioneiros na classificação dos solos foram os chineses, que há cerca de 6.600 anos já contavam com nove classes de solos, para a agricultura. A classificação dos diferentes tipos de solo é de extrema importância para determinar sua empregabilidade, desde a agricultura até as diferentes técnicas de construção que o utilizam como material (PINTO, 2016 p. 31).

A formação da superfície terrestre ocorre devido a diversas atividades da natureza, como a incidência solar, a ação das chuvas, dos ventos e da vegetação.

A esta ação é dada o nome de intemperismo físico (ou desintegração, que provoca alterações no formato e dimensões das rochas) ou intemperismo químico (decomposição, com alterações na composição química das rochas). A forma de intemperismo é uma das responsáveis pelas diferentes características dos solos. [...] A origem das rochas também é muito diversa, podendo até serem originadas de solos (as rochas sedimentares), [...] um solo completo e bem desenvolvido é composto por várias camadas, bem distintas, denominadas horizontes principais. A espessura destas camadas pode variar bastante de um solo para outro, assim como os horizontes podem ser decompostos em sub-horizontes. Normalmente, para a construção com terra, o horizonte O é descartado e o horizonte A também pode se mostrar inadequado. Dessa forma, os horizontes mais adequados são o E e o B. (FARIA, 2011, p.12,13)

FIGURA 4 – Imagem representativa das camadas do solo



Fonte: MyFarm

Logo, pode-se compreender o solo como um material natural não consolidado, isto é, constituído de grãos separáveis por processos mecânicos e hidráulicos

relativamente suaves, como dispersão em água, e que pode ser escavado com equipamentos comuns de terraplanagem. (VILLIBOR et al, 2009, apud SILVA, 2011)

O solo no seu estado original possui características favoráveis que permitem a sua utilização natural, sem transformações na construção. A construção em terra é uma das opções, durante toda a fase útil desde a extração à desconstrução não altera as propriedades originais nem produz resíduos ao contrário de outros materiais, como o cimento, a cerâmica ou o aço que resultam em grandes amontoados de escombros de matéria inútil. (COSTA, 2019)

Para seleccionar o solo mais adequado, dentre os disponíveis no local da construção, é necessário que se obtenham amostras representativas destes solos e em quantidades suficientes para a realização de todos os ensaios e testes necessários. Ainda de acordo com os autores:

Para compor uma amostra do solo, devem ser coletadas porções do mesmo em vários pontos do terreno. Em seguida, as porções coletadas devem ser homogeneizadas e quarteada, para obtenção da amostra a ser estudada. O quarteamento consiste em formar um monte com a amostra inicial, dividir este monte em quatro partes iguais, juntar duas partes opostas e descartar as outras duas. Se a amostra inicial é muito grande, o procedimento pode ser repetido mais vezes, até obter a porção adequada para os testes e ensaios de seleção. No trabalho de Neves et al (2010) são apresentadas as propriedades mais importantes do solo para seu uso na arquitetura e construção com terra e os respectivos métodos de ensaios, utilizados para sua determinação em laboratório. São relacionados os diferentes tipos de solo com as possibilidades de seu uso e é comentado sobre a adição de agentes estabilizadores, tanto produtos naturais como industrializados, para a melhoria de características físicas e mecânicas. Ainda são descritos, sucintamente, os testes expeditos mais usuais para a seleção de solos, relacionando os resultados obtidos nos testes com as técnicas construtivas mais apropriadas. Comenta também sobre métodos adotados para o controle durante a execução e ressalta as condições em que se deve optar por ensaios de laboratório ou testes de campo. Portanto, para construir com terra, se torna indispensável o estudo deste trabalho, para realizar a identificação e seleção de solos mais seguros. (FARIA, 2011, p.14)

O estudo do material, inclusive dosagens e identificação de parâmetros é necessário para assegurar sua qualidade e atender às solicitações de uso. Como nem toda terra é adequada para seu uso como material de construção, o homem aprendeu a melhorar suas características, através da estabilização, e a empregar técnicas construtivas em função do tipo de terra disponível na região. A melhoria das características da terra pode ser efetivada por modificação da sua granulometria, com a mistura de outro tipo de terra, ou com a adição de materiais ditos estabilizadores, tais com a palha, o asfalto, a cal e o cimento, entre outros, sendo que cada estabilizador tem uma função específica. A estabilização da terra não é um procedimento recente: a adição de asfalto natural ou palha na produção de adobes, para diminuir a permeabilidade ou reduzir a retração, são práticas milenares e atualmente podem ser classificadas como estabilização granulométrica, por cimentação, por armação, por impermeabilização e por tratamento químico. (NEVES et al, 2005, apud SILVA, 2011)

Ainda pode-se observar que a única sistemática disponível no Brasil para o estudo geotécnico de materiais utilizados em obras de terra, consiste no uso dos resultados de ensaios de laboratório: Granulometria por peneiramento, Limites de Consistência Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP)] e CBR (Índice de suporte e Expansão). A partir dos valores de LL e LP, é obtido o Índice de Plasticidade:  $IP = (LL - LP)$ , estabelecendo-se parâmetros em função da utilização a ser dada para os materiais (VILLIBOR et al, 2009). Para a correção da granulometria:

[...] quando o solo, da forma como se apresenta, não é adequado granulometricamente para produção de nenhuma das técnicas de construção com terra, recomenda-se sua correção granulométrica (mistura com outro solo, de textura diferente) ou a utilização de algum agente estabilizante. Houben e Guillaud (1995), por exemplo, recomendam a escolha entre os estabilizantes betumes, cimento e cal. (PINTO, 2016)

Denomina-se estabilização dos solos certos tratamentos que são submetidos os solos naturais, para limitar as suas variações de volume, fazendo-os mais aptos para ser usados como material de construção (PRESA, 2011).

O cimento é um dos principais estabilizadores minerais disponíveis para uso na estabilização do solo e ele atua protegendo o material da ação da água. Dependendo da distribuição granulométrica, a quantidade de cimento varia para a obtenção de uma boa resistência do material. Quando o solo tem maior conteúdo de argila maior deverá ser a quantidade do elemento estabilizante para atingir níveis adequados. Segundo HOUBERT e GUILLARD (1989), os pontos a serem considerados, no caso de se precisar fazer uma estabilização, são: as características do solo a qual se pretende trabalhar; As qualidades que se deseja melhorar naquele solo; Os custos da obra; A técnica de execução que se pretende utilizar, pois existem métodos de estabilização que não se adaptam a certas técnicas construtivas. Segundo FARIA (1995), a estabilização é muito útil, pois, através dela pode ser atingido objetivos diversos tais como:

- Redução da porosidade, da permeabilidade e das variações de volume da massa de solo;
- Melhoria da resistência mecânica (compressão, tração e cisalhamento).

(PRESA, 2011, p.22).

A estabilização pode ser de 4 tipos diferentes: Mecânica, rearranjo das partículas do solo com auxílio de equipamento, podendo ser citado a densificação por compressão (compactação); física, alteração na textura do solo a partir de mistura de grânulos, adição de fibra; ou tratamento químico, introdução de produto químico alterando as características do solo através de reações entre partículas do próprio solo. Mista, combinação de alguns tipos de estabilização citados anteriormente.

Entretanto, a estabilização com componentes químicos possui a desvantagem de o solo, quando necessária a demolição da construção, não recupera as suas propriedades primárias. (PRESA, 2011)

### 3.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Tratando-se de uma solução, atualmente considerada por muitos autores como ecologicamente viável, a construção em terra, para além de permitir a realização de uma construção de maior sustentabilidade, preservando os recursos naturais, apresenta um conjunto de diversas vantagens e desvantagens. (LOPES, 2014 apud CHUMBINHO, 2017). Esse método construtivo, por se tratar de uma matéria prima da qual sofre alterações físicas em contato com água, pode citar que uma das grandes desvantagens:

[...] deste material é a debilidade à água, que surge devido à elevação da umidade do solo, ou a partir da precipitação. Para barrar a elevação de umidade que reduzindo a durabilidade do projeto, Torgal e Jalali (2010) explicam que as novas construções são construídas com as fundações em betão armado ou em pedra. Esta técnica permite criar uma barreira entre o solo húmido e as paredes interiores. A precipitação direta sobre a terra provoca erosão da mesma, no entanto Ogunye e Boussabaine (2002) defendem que a precipitação apenas é prejudicial quando apresenta uma intensidade superior a 25 milímetros por metro quadrado. No caso de precipitação superior a 25 milímetros por metro quadrado, a solução passa pela combinação intercalada de terra e pedra saliente ao prumo da parede vertical, a erosão provocada nas paredes soltam os sedimentos e fazem-nos escorrem até à pedra saliente, esta funciona como amortizadora dos sedimentos que escorrem, a uma velocidade mais lenta os sedimentos voltam a escorrer pela terra provocando assim a sedimentação da mesma. Este sistema pode ser considerado um ciclo regenerativo. (COSTA, 2019)

Quando a água é utilizada nas dosagens corretas é um elemento essencial para garantir a ativação da terra durante a confecção de um elemento em terra crua pois a coesão entre as partículas do solo é garantida pelo efeito de sucção que a água exerce entre as partículas, aproximando-as. (FALCÃO, 2014)

Outra desvantagem da técnica de construir com terra crua é a ausência de normatização e estudos na área. Tal déficit ocorre devido a própria variação de composição do material pois, dependendo do local de onde é extraída, a terra apresenta diferentes quantidades de pedregulho, areia, silte e argila, o que influencia diretamente o resultado da sua aplicação assim como a retração do barro (mistura de água e terra) provocada pela evaporação da água que pode ocasionar trincas e

fissuras. (OLENDER, 2006). Devido a esse fator há o aumento da discriminação social da construção em terra, uma vez que inevitavelmente está associada à pobreza. (SILVA, 2018)

Outro ponto que pode ser considerado uma desvantagem em relação a outros métodos construtivos é o fato da necessidade de escolher criteriosamente o local de implantação da obra, sendo imprescindível, para a duração e qualidade dela, a execução de fundações apropriadas, de preferência elevando-as até a uma altura segura que impeça a ascensão de água por capilaridade. Ainda existem evidências do

[...] comportamento frágil, na presença de movimentos sísmicos, devido à fraca capacidade de resistência à tração deste tipo de construção, uma vez que não se encontram devidamente reforçadas para resistir à ação sísmica, sofrendo anomalias a nível estrutural e não estrutural. (SILVA, 2018)

Apesar das claras desvantagens da edificação em terra crua, podemos citar inúmeras vantagens do método construtivo, como a matéria prima ser de fácil obtenção, visto que está presente na maioria das regiões do planeta; economia de custos e de energia, pois a terra normalmente é extraída no próprio terreno ou num local próximo ao mesmo. Além da extração no próprio local, ainda de acordo com a autora, a economia energética é verificada principalmente no transporte da terra, que na maioria das vezes não precisa ser feito com veículo motorizado e no fato de que o seu uso não exige transformação industrial nem queima. (OLENDER, 2006).

- a) Produto ecologicamente correto: como não sofre queima, não polui o meio ambiente, além de contribuir para a preservação de materiais orgânicos como a madeira que, no caso da terra cozida, é usada como combustível;
- b) Possui características que propiciam conforto térmico: regula o clima no interior dos edifícios devido à sua capacidade de absorver e perder umidade mais rápido e em maior quantidade que os outros materiais construtivos e armazena calor durante a exposição ao sol, perdendo-o lentamente à noite;
- c) Resiste ao fogo, visto que o solo não se trata de um material combustível;
- d) É permeável ao vapor d'água, controlando a umidade interna das residências;
- e) Quando não estabilizado quimicamente, pode ser reciclado infinitamente;
- f) Protege os elementos de madeira e os estabilizantes orgânicos (como a palha, por exemplo) no seu interior. (OLENDER, 2006).

A construção em terra crua também apresenta propriedades absorptivas de odores e dissolução de gorduras, uma característica absorvente das argilas (que é um produto de desengorduramento), além da ausência de eletricidade estática, evitando

a aderência de poeira às paredes. Tendo também, devido a suas características físicas, uma ótima correção e isolamento acústico. (MOTTA, 2010).

Além das vantagens já citadas, a construção com terra crua apresenta boas condições de conforto com relação às construções de alvenarias de tijolos cerâmicos, atende às condições básicas de habitação e não oferece riscos nocivos à saúde pública (REGO, 2019), tendo em vista que a terra armazena calor, assim como outros materiais densos, durante sua exposição aos raios solares e o perde lentamente quando a temperatura externa está baixa. Sabe-se também que as paredes feitas de terra ajudam a limpar o ar interior poluído, mas isso ainda precisa ser comprovado cientificamente, visto que já é um fato que paredes de terra absorvem poluentes dissolvidos em água. (SILVA, 2018)

### 3.5 PATOLOGIAS

Após serem implantadas, as construções feitas em terra podem apresentar algumas patologias referente à edificação, das quais ocorrem devido a:

[...] instabilidade local ou global em elementos ou na própria estrutura, ou resultar do comportamento do material (dependente das características dos materiais utilizados, das técnicas construtivas, da tipologia da secção e da própria alvenaria como um material), originando patologias mais a nível localizado (ao nível do elemento). No entanto, as patologias nas alvenarias estruturais manifestam-se geralmente como uma combinação destas vertentes, sendo por vezes difícil atribuir-lhes uma origem específica. (SILVA, 2008 apud MOTTA, 2010)

Essas patologias podem ser trincas nas paredes e deslocamento de placas de revestimento, que estão diretamente ligados à interação entre os diferentes materiais empregados na construção e que possuem características mecânicas completamente diferentes.

O autor cita também a necessidade de limpeza e remoção de infestação de vegetação que podem vir a penetrar na alvenaria não convencional (SILVA, 2008 apud MOTTA, 2010)

O principal cuidado é com a prevenção à infiltração da água, é preciso garantir boas fundações, do ponto de vista do isolamento da umidade do solo, que pode subir por capilaridade pelas paredes e deteriorá-las por fissuras, devido ao aumento de volume dos sais ao se solidificarem, principalmente, em regiões de águas mais salinas (DI MARCO, 1984). Um recurso é também o de ser generoso nos beirais, para se lançar às águas pluviais o mais longe

possível das paredes, ou, alternativamente, se pensar em detalhes construtivos que facilitem o escoamento imediato destas águas; Quanto às vibrações, o adobe mostra-se bastante frágil, principalmente quando desempenha função estrutural. Esse problema pode ser sanado com sua associação com outros materiais (por exemplo, com a madeira), ou adotando-se dispositivos construtivos, como, por exemplo, o uso de baldrame de concreto armado, funcionando como uma cinta de amarração do conjunto edificado. [...] Para não se alojarem insetos, principalmente os barbeiros (*Triatoma infestans*), que é o vetor do parasita *Trypanosoma cruzi*, que transmite a doença de Chagas, deve-se ter cuidado com a manutenção das construções, fazendo-se a eliminação dos vazios (frestas) e a caiação periódica das paredes. Outro recurso é o uso do enxofre como aglutinante do barro, que funciona como um repelente natural dos insetos. (SILVA, 2008 apud MOTTA, 2010)

As construções em terra são ótimas alternativas para habitações mais sustentáveis, todavia, caso não possuam a devida manutenção ou sejam executadas com descuido, podem apresentar as patologias explicitadas, mas elas também ocorrem devido à deterioração dos elementos de proteção, bem como pela ausência de ligações entre as várias partes da estrutura. (CHUMBINHO, 2017)

### 3.6 PROPRIEDADES CONSTRUTIVAS E FÍSICAS DAS TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO COM TERRA CRUA

Dentre as técnicas construtivas com terra crua, serão detalhadas neste capítulo a do solo cimento, adobe, taipa de mão e taipa e pilão.

#### 3.6.1 Solo cimento

O bloco de terra comprimida (BTC) se trata de um bloco de solo adensado por compactação manual ou prensagem mecânica (figura 05). Quando adicionado cimento ou cal, para melhora das suas propriedades técnicas, denomina-se bloco de solo-cimento (NEVES, et al, 2011).



FIGURA 5 - Representação dos tijolos de BTC.



Fonte: eCycle

O tijolo de solo-cimento também, conhecido como tijolo ecológico tem como principal aplicação em paredes e também em contrapisos, em sua mistura o cimento é misturado a água em pequenas dosagens, depois colocada em uma prensa de onde sai o tijolo prensado, não se leva ao forno como o tijolo de barro cozidos, os tijolos são produzidos a frio e curados a sombra sendo umedecidos durante sete dias seguidos (CASANOVA, 2009).O resultado são tijolos de baixo custo, podendo ser produzidos com facilidade e com mão de obra simples. (CARVALHO, 2018).

Das técnicas de construção em terra, o tijolo de solo cimento é o método construtivo mais padronizado do mercado em questão. Tais normatizações ocorreram inicialmente nos Estados Unidos, quando:

[...] foram feitas as primeiras pesquisas referentes ao uso da mistura de solo cimento compactada para uso em estradas com bons resultados obtidos, em seguida apareceram diversos trabalhos relacionados ao tema com êxito comprovado. Porém, segundo RIGASSI (1985), as primeiras máquinas para comprimir a terra provavelmente datam do século XVIII. Na França, François Cointeraux, inventor e defensor fervoroso do novo pise, projetou o Crecise, um dispositivo derivado de uma prensa de uvas para produção de vinhos. E somente no início do século XX foram projetadas as primeiras prensas mecânicas que dispunham de tampas pesadas que pressionavam a terra dentro de moldes. Mas o ponto decisivo no uso de prensas e no conseqüente uso dos BTCs em construções e propósitos arquitetônicos veio somente a partir de 1952, com a invenção da famosa prensa CINVA-RAM, projetada pelo engenheiro Raul Ramirez. (PRESA, 2011)

FIGURA 6 – Execução da alvenaria com tijolo de solo cimento



Fonte: tudoCONSTRUÇÃO

No Brasil, o pioneirismo da técnica ocorreu através da Associação Brasileira de Cimento Portland em 1936, na qual,

Foi desenvolvida uma prensa para fabricação de tijolos de solo-cimento com apoio do Banco Nacional de Habitação. No entanto, nesse processo, o equipamento moldando três tijolos ao mesmo tempo, não consegue dar uma pressão conveniente à terra. Assim, para se obterem resistências adequadas, usam-se taxas de cimento de 8, 10, 12 e até mesmo 15%. Tais teores de ligante passam a pesar significativamente nos custos do material. Além disso, os tijolos de pequenas dimensões consomem muita argamassa na ligação e não conseguem dar uma grande estabilidade e rigidez aos muros. Aqui prefere-se, em vez de tijolos de solo cimento, chamar tijolos prensados de terra crua estabilizados com cimento ou tijolos de concreto de terra, tendo-se em conta que a pressão de compactação aplicada ao material nos moldes de prensas manuais chega a cerca de 2 MPa. (Barbosa, et al, 2015)

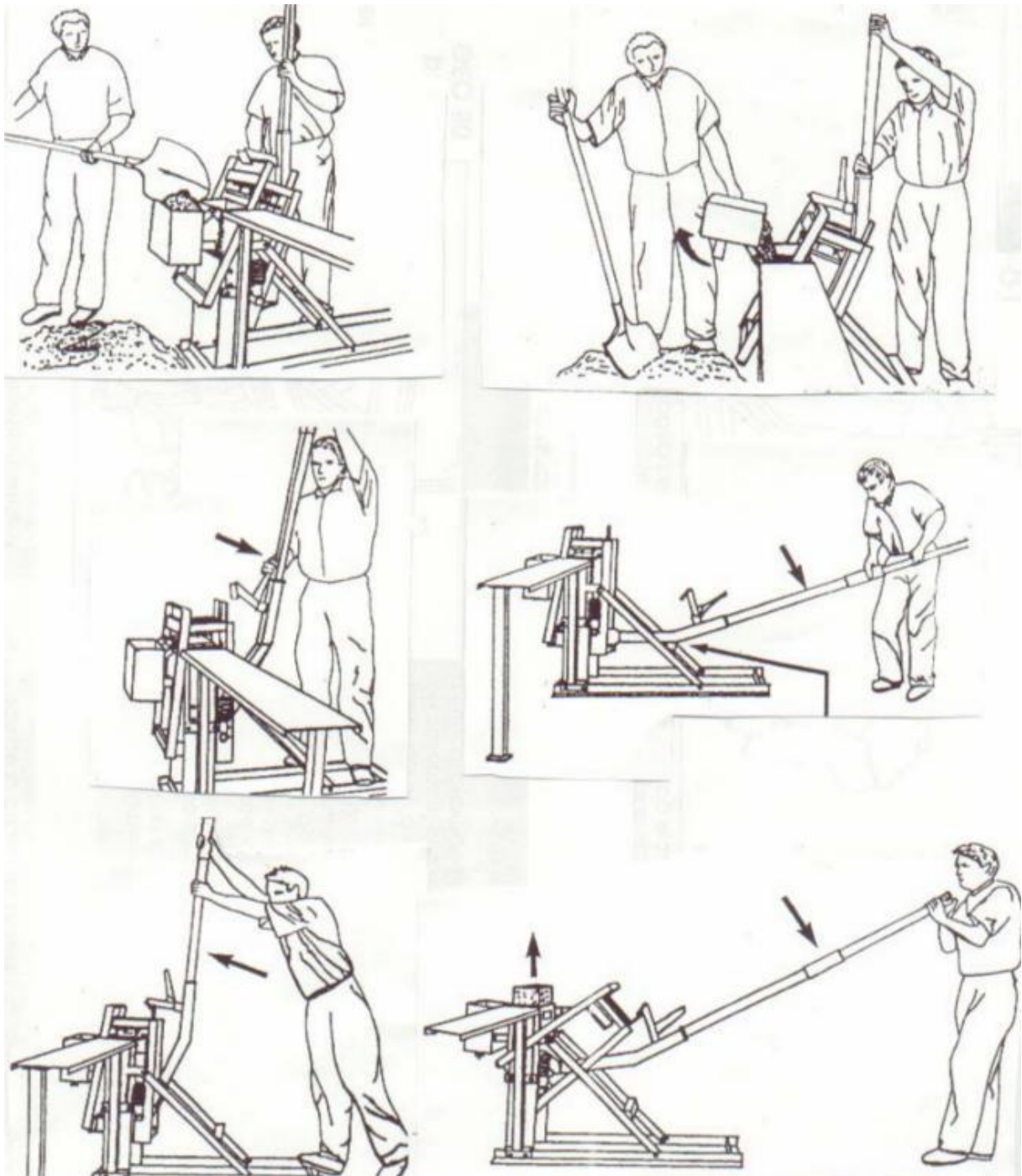
Pode-se dizer que a relação da qualidade dos tijolos prensados depende do tipo de terra, da umidade de moldagem, do tipo de prensa, da cura e do tipo e

porcentagem de estabilizante. REGO (2019 apud SEGANTINI; ALCÂNTARA, 2010) afirma que:

Embora o processo produtivo do tijolo solo cimento se trate de uma técnica aparentemente simples, devem ser analisados vários fatores para garantir um bom desempenho mecânico desse tijolo. As propriedades técnicas do solo cimento dependem do tipo de solo (granulometria, fração, argila, grau de plasticidade), do tipo e teor do agente estabilizante (cimento e/ou cal), e das condições de compactação e cura[...]. ( SEGANTINI et al 2010 apud REGO, 2019)

Os tijolos ecológicos podem ser fabricados de forma manual (figura 07) ou mecanizada, tendo em vista que o processo manual é mais indicado para casos em que a questão de logística e disponibilidade de infraestrutura é de difícil acesso, enquanto a segunda para regiões onde existe essa infraestrutura. O segundo processo tem uma maior produtividade e tende a produzir blocos de melhor qualidade e desempenho e com propriedades mais homogêneas em relação à forma manual. (CALDAS, 2021).

FIGURA 7 – Produção do tijolo de solo cimento de forma manual



Fonte: BARBOSA et al 2015

No momento de projetar a residência é necessário pensar em uma disposição modular dos cômodos de acordo com o tijolo elaborado, tendo em vista que os tijolos de solo cimentos não podem ser quebrados para não perderem características de resistência mecânica.

O mercado brasileiro oferece variados tipos e modelos de tijolos de solimento, que são adotados nas construções conforme o projeto, mão-de-obra, materiais, equipamentos locais, e demais especificidades, segundo Pisani (2002). A escolha dos modelos será definida conforme projeto de modulação da edificação, deverá ser escolhido o tijolo que melhor se adequa às necessidades construtivas buscando uma otimização e agilidade na etapa construtiva. (CAMPOS, 2018)

Devido a sua característica física, os Blocos de Terra Comprimida produzem paredes estruturais mais grossas, e por isso possuem boa condutibilidade térmica para uma residência, mantendo a temperatura da casa ao longo do dia e absorvendo pouco calor durante os horários com temperatura mais elevada e perdendo pouco calor nos horários de temperaturas mais baixas. Entretanto, as aberturas da residência devem ser pensadas com cuidado para manter a boa ventilação e a iluminação natural, já que uma vez construída as modificações em paredes estruturais devem ser evitadas. (CAMPOS, 2018)

### 3.6.2 ADOBE

O adobe, nome dado a técnica e ao bloco constituído pela mistura de água, terra, palha, esterco ou aditivos que, diferentemente do tijolo convencional, não passa pelo processo de cozimento utilizando madeira para a combustão. Assim como as outras técnicas apresentadas, evita a liberação de gases do efeito estufa e o desmatamento. (PISANI, 2004). Na figura 08 são representados os blocos de adobe secando ao sol após a moldagem.



FIGURA 8 - Representação dos blocos de tijolo adobe.



Fonte: ArchDaily Brasil

Ao longo da história várias edificações foram construídas com adobe, sendo o tijolo de adobe citado “nos tratados e escritos muito antigos, de pensadores e arquitetos gregos e romanos, tais como Vitruvius, Plínio e Tácito”. (FARIA, 2011, p.77). Adobe é uma palavra de origem árabe, que foi assimilada pelo espanhol e transmitida às Américas, onde foi adotada também pelo idioma inglês e significa tijolos de terra crua. (SILVA, 2000). O nome serve tanto para denominar o tijolo cru quanto para nomear a técnica construtiva. (DETHIER, 1982).

O adobe terá tido origem na região fértil da Mesopotâmia, tendo sido largamente utilizado na edificação de casas e de monumentos até ao século XX, altura em que se verificou o seu declínio fundamentalmente devido ao advento de novas tecnologias de construção. A partir da década de 70 do séc. XX verifica-se o seu ressurgimento, com a introdução de processos mecânicos no processo produtivo e com a utilização de novos aditivos e estabilizantes. (MOREIRA, 2008, p. 07)

Atualmente entende-se por adobe como uma estrutura monolítica autoportante que pode ser usada para a construção de paredes e para a construção de abóbadas ou cúpulas, sendo a medida mais usada aqui no Brasil de 20x20x40cm (SILVA, 2000). Os blocos podem ser empregados em alvenarias de vedação vertical, sendo uma

técnica que se estendeu pelos climas secos, áridos, subtropicais e temperados do planeta. (SCHULTE, 2020). Quanto ao processo construtivo em si:

São tijolos de barro, que são compactados manualmente em formas de madeira e postos a secar na sombra e depois ao sol, devendo o barro conter uma quantidade de areia, fibras vegetais ou estrume de boi para que se tenha consistência. O assentamento e o reboco são feitos de barro, podendo receber reboco de cal e areia. Bardou (1979 apud FARIA, 2011) define esta técnica como sendo a fabricação de tijolos através da utilização de solo, selecionado pelos antigos construtores por sua composição arenosa, que são moldados em fôrmas de madeira e secos diretamente ao sol ou à sombra por algumas semanas. (MARQUES, 2018, p.09)

A técnica de produção do adobe pode ser dividida em etapas, sendo: preparação da terra e adições, preparação da massa, moldagem dos tijolos de adobe (Figura 09), secagem e armazenamento. (GIRALDELLI et al, 2020)

FIGURA 9 – Execução manual do tijolo de adobe em forma de madeira



Fonte: INTBAU

O solo para a preparação do bloco de terra crua consiste na adição de água à terra argilosa, de forma a obter-se uma pasta que será posteriormente inserida num molde. (MOREIRA, 2008). Entretanto, alguns pontos devem ser observados para garantir a qualidade do tijolo de adobe. A terra empregada deverá conter, no mínimo,

10% de argila, mas o ideal são 20%. Quando a matéria prima não é adequada se torna necessária a estabilização do solo para empregá-lo na construção. (NAKAGAWA, 2017). Tal processo pode ser feito com materiais como areia, fibras vegetais, esterco, pelos de animais ou aditivos químicos. (GIRALDELLI et al, 2020)

Os moldes para confecção dos tijolos in loco podem ser feitos de diferentes maneiras e podem, na tentativa de trazer regularidades aos blocos, serem utilizados moldes de madeira, plástico ou metal. (MOREIRA, 2008).

Tradicionalmente eram usados moldes de madeira que permitiam a execução de 1 ou 2 blocos. Atualmente são utilizados moldes [...] com vários compartimentos, permitindo a obtenção de várias peças. Para assegurar a qualidade final do adobe, os moldes devem ser previamente molhados e salpicados com areia. Os moldes também devem impedir o contacto com água de forma a evitar o apodrecimento ou o empenamento das peças de adobe. (MOREIRA, 2008, p.08).

Ainda se pode complementar informando que:

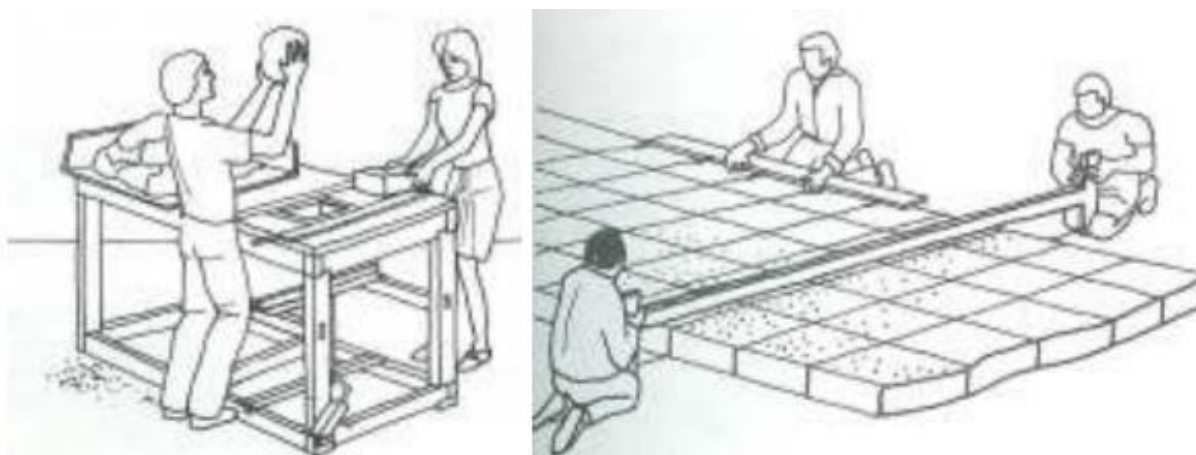
Em geral, a fabricação e a moldagem dos blocos de adobe são realizadas pela colocação manual da massa no interior do molde através da técnica de arremesso, onde a massa pronta é arremessada nas extremidades da forma e no centro, regularizando a fase superior e desmoldando o bloco. Esta técnica é comumente empregada, pois a força de lançamento da massa melhora a compactação dos blocos e diminui o número de vazios. (GIRALDELLI et al, 2020)

A cura, processo de secagem da mistura, ocorre durante o período de 07 dias e deve ocorrer em contato com a água para evitar trincas e fissuras. Sobre a secagem e o armazenamento, os tijolos de adobe devem ser secos em ambiente arejado e protegido da chuva durante o período de 7 a 14 dias dependendo do clima do local e virados a cada dois dias, com a finalidade de secá-los uniformemente (MARQUES, 2018).

O tamanho dos adobes varia com a cultura, a tipologia construtiva e as preferências dos construtores, assim como a presença ou não de revestimentos que dependerá tanto de preferências estéticas quanto das decisões relacionadas à durabilidade e manutenção da edificação. Muitas culturas se utilizam de revestimentos à base de terra para personalizar e decorar as construções, o que em alguns casos, pode até mesmo fazer parte de rituais locais. (MARQUES, 2018, p.12)



FIGURA 10 – Uma das formas de produção dos tijolos de adobe



Fonte: NEVES et al 2011

Quanto a questão cultural do adobe, acredita-se que os materiais naturais contam sua origem e seu uso histórico pelo homem, além de expressar história e idade. (SANTOS, 2020). Além disso a construção em adobe:

Proporciona aos moradores prazer, bem-estar, expressão de seu corpo e cultura, além da expansão de suas emoções e sentimentos, evocando sentidos e sentimentos humanos e emocionando. (MAIA, 2014) [...] uma habitação de terra torna-se confortável e aconchegante ao proporcionar ao usuário a sensação de construção feita por mãos humanas, quase como um artesanato. (MAIA, 2014)

Sobre o conforto térmico da construção em adobe:

As habitações construídas com terra podem armazenar calor por ser um material denso, com resistência térmica relevante. Em regiões onde a amplitude térmica é alta, a terra pode balancear a temperatura dos ambientes interiores por vias passivas, diminuindo a quantidade de energia necessária à climatização artificial. (MAIA, 2014) Coffman et al. [1980] em pesquisa realizada em Nova Deli, Índia, informaram que a construção de casa de barro tem efeito de ar-condicionado natural, porque os quartos são frescos durante o dia e quentes durante a noite. (MARQUES, 2018, p.12)

Entretanto, existe uma carência em trabalhos que detalham as propriedades térmicas dos tijolos de adobe, sendo que as pesquisas se baseiam nas propriedades das construções em terra no geral, uma vez que paredes de terra são, em média, mais grossas e, como precisam ser isoladas da umidade do solo e chuva por meio de fundações elevadas e beirais pronunciados, são construídas de modo que a radiação solar e contato com o solo são reduzidos. (MARQUES, 2018).

Segundo Ferraz Junior, (1995) o ar possui valores de condutividade muito baixos, da ordem de 0,026 W/mK, portanto, solos mais compactados e solos cujos vazios intergranulares forem preenchidos por estabilizantes ou matérias muito finas terão maiores valores de coeficiente de condutividade térmica. Por essa lógica, elementos construtivos feitos com os mesmos materiais e proporções apresentaram condutividades diferentes apenas pelo tipo de compactação feita, uma parede de taipa por exemplo apresentaria valores de coeficiente de condutividade maiores que o do adobe por ter menos vazios entres seus grãos. (MARQUES, 2018)

O conforto térmico do adobe se dá pelo fato de não queimar o barro, assim o tijolo de adobe possui a capacidade de absorver e perder a umidade de maneira mais rápida que os demais materiais de construção. Ressalta-se que o conforto térmico da construção depende da região, do clima local, de como as esquadrias são posicionadas e do tamanho das superfícies que possuem contato direto com os raios solares. (SANTOS, 2020)

A utilização dos tijolos de barro cru, conhecidos desde a arquitetura vernacular como tijolo de adobe, demonstrou um melhor desempenho térmico que o bloco cerâmico furado, pois com as interferências propostas se alcançou o atendimento a norma, diferente do demonstrado nos cenários com tijolo cerâmico furado. Construções que utilizam técnicas de construção vernacular reduzem o impacto ambiental, os gastos com fabricação e transporte, construindo habitações com custo reduzido e, de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, oferecem um melhor desempenho térmico que edificações construídas no método tradicional da região, sendo necessário intervenções mínimas para garantir o cumprimento à Norma de Desempenho. (SANTOS, 2020, p.00)

A mecanização do processo construtivo do adobe utiliza-se de máquinas para prensar os tijolos, tornando o processo mais rápido e padronizado. Isso faz a técnica construtiva se tornar mais competitiva em relação ao método convencional de construção civil, principalmente porque:

O trabalho de construção com o adobe é semelhante ao realizado com o tijolo convencional, porém, em vez de se assentar com argamassa industrial, utiliza-se argamassa de terra (BRASIL, 2005). "É um método de construção natural muito econômico, resistente e de grande durabilidade, desde que um bom teto proteja as paredes da umidade e da chuva" (BRASIL, 2005a). (SANTOS, 2015)

### 3.6.3 TAIPA DE MÃO

A taipa de mão, ou pau a pique, consiste na elaboração de uma estrutura de madeira ou bambu formando uma trama fincada ao chão que posteriormente é revestida com barro, podendo ou não conter agregados. (NEVES, et al, 2011).

Na figura 11 verifica-se uma parede em taipa de mão da qual identifica-se as etapas de construção, por meio do trançado de madeira e revestimento, além das possibilidades de acabamento fino da mesma.

FIGURA 11: Representação de uma parede de taipa de mão



Fonte: Olhar turístico

O sistema construtivo é também chamado de taipa-de-sopapo, estuque, quincha (espanhol), torchis (francês) e wattle-and-daub (inglês), esta técnica é usada no Brasil desde a colonização, sendo ainda usual, sobretudo no nordeste do país. (SANTOS, 2015)

O termo “pau-a-pique” se refere às peças de madeira ou bambu, que são colocadas “a pique” sobre o baldrame, ou seja, perpendicularmente a ele. (Vasconcelos, 1979). Trata-se da técnica construtiva mais comum no Brasil, por sua simplicidade e facilidade, pois qualquer pessoa, mesmo que não seja especialista no assunto, pode construir com esta técnica. A taipa em pau-a-pique, é processo construtivo antigo, conservado pela tradição oral e conhecido por toda a população rural. É um material que apresenta incrível maleabilidade. [...]E talvez por necessitar de menor tempo e esforço para ser erguida, ou por satisfazer à ideia de provisoriedade, atendendo ao costume nômade herdado dos índios, era (e continua sendo ainda hoje) a técnica mais utilizada pela camada mais pobre da população, e por isso era identificada pelos colonizadores europeus como um tipo miserável de construção. (SILVA, 2000, p.32)

A figura 12 demonstra a aplicação da argila, ou terra retirada do local.

FIGURA 12 – Execução da parede de taipa de mão



Fonte: CIAC

No período colonial a terra para a execução da massa era retirada de local próximo à construção devido às dificuldades de transporte e do grande volume de material necessário para o preenchimento. As argilas eram escolhidas pelo próprio taieiro que conhecia de forma empírica as propriedades físicas do material e dos

componentes construtivos, selecionando-a visualmente e com o tato (técnica ainda empregada pelos oleiros no Interior do Estado de São Paulo. (PISANI et al 2019)

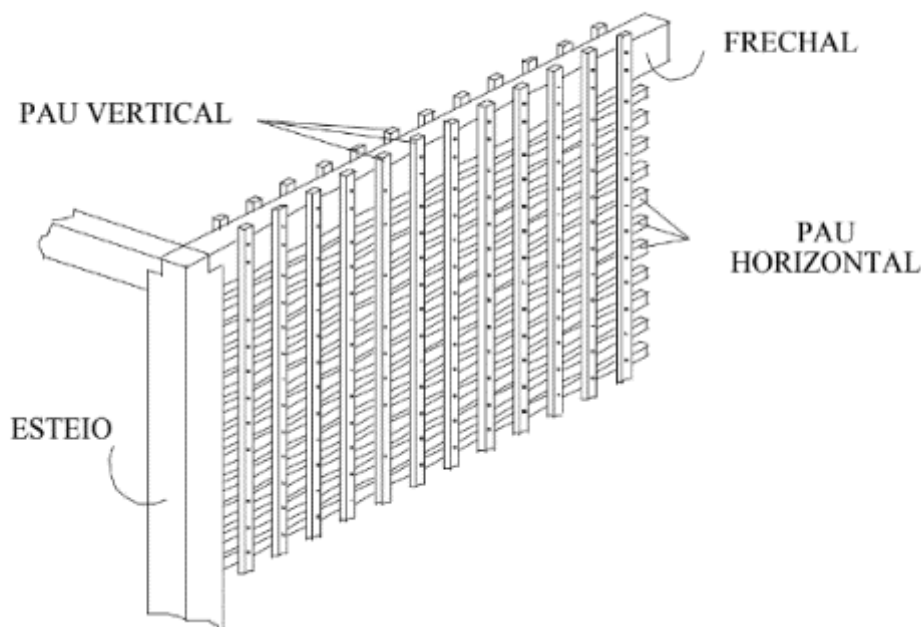
A partir de 1850 os tijolos maciços começam a aparecer em construções Paulistas e no Município de São Paulo há uma campanha pública para se evitar as construções de taipa devido às constantes enchentes que a cidade sofria e o risco de desmoronamentos das construções de terra. Apesar da entrada das alvenarias de tijolos maciços na arquitetura paulista, as taipas foram empregadas até a década de 40 do século passado. (PISANI et al 2019)

### Quando falamos da execução do método construtivo

Nesta técnica, utiliza-se a terra em estado plástico misturada a alguma fibra vegetal (geralmente palha) como preenchimento de estruturas em trama de madeira (bambu ou outros materiais vegetais). Pode ser considerada uma das técnicas mais antigas de bioconstrução, tradicional em países de clima tropical (MINKE, 2012), como Brasil, países da África e do restante da América Latina. Recomenda-se, para a melhor cura e minimização da retração da terra, a elaboração de ensaios simples de traço in loco, bem como a proteção das paredes recém-construídas da incidência solar. Para estas construções, é recomendada uma estrutura dimensionada em madeira, bem como a execução de fundações em pedra em formato de vala, com o intuito de fixar o madeiramento estrutural, bem como as tramas verticais das paredes. (SCHULTE, 2020, p.22)

As tramas de madeira (figura 13) são inicialmente estruturadas como uma esteira ou rede, para permitir vãos de 10 a 25 cm e um preenchimento com a mistura de terra, argila e fibras. Esta técnica pode ser utilizada para paredes em contato com a área externa, ou divisões internas da edificação em um sistema de vedação vertical sem função estrutural.

FIGURA 13 – Esquema de uma das formas de realizar a trama que receberá a massa plástica de terra crua



Fonte: OLENDER, 2006

Quando ocorrer efeitos de retração da massa de enchimento visíveis, necessita-se a aplicação de um revestimento posterior à secagem, para deter esse efeito desagregador (SANTOS, 2015).

O pau-a-pique pode ser feito com entramado duplo, para aumentar a espessura da parede e o isolamento. Uma variação do pau-a-pique duplo é o chamado PET-a-pique (MARIGONI E TIMMERMANN, 2011). Nesta variação, o espaço entre os entramados é preenchido com a mistura de terra crua e garrafas de plástico PET (tereftalato de polietileno) limpas e secas. Além da reciclagem, o uso dessas garrafas reduz o uso de terra mistura, cria paredes mais leves e proporciona isolamento térmico e acústico superior a uma parede de entramado único (DOS SANTOS, LIBRELOTTO E JACINTHO, 2014). Após um período de secagem variável, as paredes podem ser revestidas com reboco e tintas. (NEVES et al 2011).

Os solos preferidos para a execução das massas ou argamassas das taipas são os vermelhos, vindo a seguir os rochos e pardos, por apresentarem uma “liga” ou trabalhabilidade maior. Em alguns casos foram acrescentados à massa aditivos ou outros componentes, como por exemplo, a cal, a fibra vegetal e o estrume de animais. Contemporaneamente se utiliza o esterco de animais, principalmente de gado bovino

e eqüino, na argamassa com o intuito de propiciar uma melhor resistência pela presença das fibras. (PISANI, et al 2019).

A cor e qualidade da taipa variam em função das terras disponíveis. Sua consistência relaciona-se com a menor ou maior percentagem de terra, cal e inertes empregados na sua composição [Gomes, R. V. 2006]. [...] acreditam que foi a observação do pássaro João-de-Barro, que utiliza o estrume de gado na construção do ninho, que ocasionou o uso do material nas casas de taipa, para aumentar a durabilidade das paredes e a resistência a fissuras. (CARVALHO, 2018, p.44)

O método de construção de taipa de mão não sofre muitas alterações técnicas ao longo da história:

O tempo de secagem de uma parede, que varia de 15 a 20 centímetros de espessura, é de aproximadamente um mês, quando então pode receber revestimentos, também utilizando a terra para ter aderência à parede. As paredes de taipa de mão são empregadas internamente ou externamente. Na arquitetura colonial paulista predominou a utilização em divisórias internas, associadas à taipa de pilão para as paredes externas. Neste caso os esteios aparecem como moldura interna para suportar a parede de taipa de mão. Após a execução da cobertura e a taipa se apresentar seca o suficiente para aderência de revestimentos, este era executado com terra, areia e esterco de animais, e quando possível com a cal. A primeira camada com mais solo e menos areia e aglomerantes e as demais com menos solo e mais areia e aglomerante. Esta variação do traço permite uma melhor aderência à base. Esta técnica predominou na Arquitetura Paulista do período Colonial devido à dificuldade de obtenção de pedra nos campos de Piratininga, pois as jazidas se encontram a maior profundidade e só por meio de sondagens vieram a ser posteriormente detectadas. Mas as taipas também são encontradas em outras regiões, como por exemplo Goiás e Minas Gerais. (PISANI et al 2019)

### 3.6.4 TAIPA DE PILÃO

A taipa, denominada também de taipa de pilão, utiliza o solo do terreno que é umidificado e em seguida passa-se a compactar as camadas de terra com um pilão dentro de moldes de madeira, e a composição pode ou não conter material orgânico, vegetal e estabilizantes, responsáveis por agregar resistência. (PISANI, 2004).

Apesar de o nome taipa de pilão ser o mais conhecido no Brasil, o método também é chamado por *tierra apisionada ou tapial* (espanhol), *pisé* (francês), *rammed earth* (inglês), *terra battuta* (italiano), dentre outros. Possivelmente a técnica possui sua origem na Europa e foi difundida pelos romanos, existindo há pelo menos 2.000 (dois mil) anos. Entretanto, alguns autores informam que é uma palavra que tem origem latina, que descreve o início da construção (terra pisada) de paredes grossas,



onde a terra é prensada entre tramas de madeira retangulares, e são deslocadas à medida que as paredes vão ficando prontas. (SANTOS, 2015). Na figura 14 demonstra-se uma parede de taipa de pilão.

FIGURA 14 – Execução da parede de taipa de pilão manualmente



Fonte: Bioestrutura Engenharia

A taipa possui um apelo estético muito forte, podendo ser moldada de diferentes formas, tanto retas como em curvas (VELARDO, 2021). Tal fator deve ser considerado no momento de elaboração do projeto tendo em vista que:

Na técnica tradicional da taipa, geralmente ocultava-se o material através da aplicação de rebocos e tintas. Na atualidade, a parede de taipa, aparente, pode comunicar subjetivamente valores culturais, tecnológicos e simultaneamente ecológicos. (VELARDO, 2021, p.87)

A cor da parede de taipa pode apresentar diferentes colorações em decorrência da presença de químicos no solo ou a maior presença de matéria orgânica (Figura 15). Solos mais amarelados e avermelhados costumam apresentar maior presença de



óxido de ferro, enquanto solos mais escuros, próximos a coloração preta, apresentam maior matéria orgânica. (VELARDO, 2021)

Em regiões onde há diferentes tipos de solo, a possibilidade de mescla permite a produção de paredes com tonalidades diversas. O efeito cromático também pode ser enriquecido por efeitos visuais especiais, intercalando-se camadas de argamassas, filetes de cal, corantes minerais ou pedriscos ao material. (VELARDO, 2021, p.89)

FIGURA 15 – Demonstração das camadas da taipa de pilão



Fonte: Oscar Bressane

Outro aspecto estético ressaltado é a textura própria do material, pois solos mais grossos tendem a deixar a superfície da parede mais rugosa e disfarçam possíveis defeitos, já materiais mais finos deixam um acabamento mais suave e suscetíveis a identificação de imperfeições. (VELARDO, 2021)

A qualidade da construção em terra depende de diversos fatores, como a escolha do local de implantação, que deve ser o mais plano possível, da escolha do solo, do modo como a fundação é executada, entre outros fatores.

A boa qualidade da taipa, segundo o arquiteto Paulo Montoro (1994), depende principalmente de duas etapas: a seleção/dosagem do solo e a sua compactação. Para a escolha do solo, ainda segundo Montoro, é preciso coletar amostras de solo na região ou no próprio local onde se pretende construir. Esta coleta deve ser feita a cerca de 30cm de profundidade, pois a camada que se encontra acima desta medida é fértil, considerada boa para agricultura, porém ruim para a construção. O barro usado na construção não deve conter matéria orgânica, pois esta compromete a resistência do material. (SILVA, 2000, p.55)

Na mesma linha de pensamento, é recomendado verificar o terreno da construção antes de iniciar a obra, os principais parâmetros devem ser a possibilidade de boa drenagem e um bom apoio para a fundação. Posteriormente a análise química e física do solo que será empregado na construção deve ser feita para determinar a necessidade de correções granulométricas ou a necessidade de aplicação de estabilizantes segundo a composição mineralógica do solo.

Silva (2018) explica também que alguns autores recomendam 10cm de espessura para cada 1m de parede construída, caso a altura necessária para o projeto seja maior é necessário a utilização do método instrumentalizado, do qual será realizado testagens de carga e verificação de qual traço é melhor para a execução da obra.

Sobre as juntas de controle (encaixes de amarração na articulação entre paredes adjacentes) podem ser preenchidas com selantes, após a secagem e encolhimento do painel, para evitar a entrada de umidade. Essas juntas podem evitar a ocorrência de fissuras de retração. (WALKER, et al, 2002). Além disso,

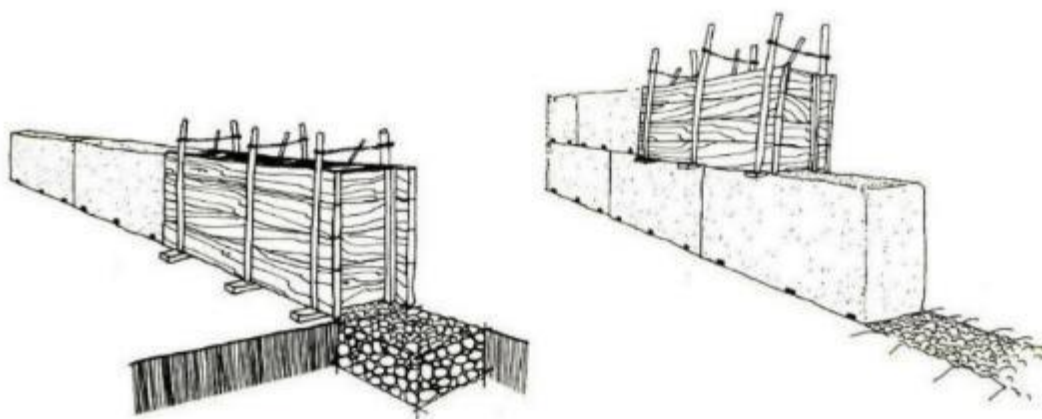
A fôrma, chamada taipal, deve ser altamente resistente, leve e de fácil desmontagem, para que possa ser desmontada sem pancadas ou grandes esforços. Na compactação, deve ser controlada não apenas a umidade, mas também a carga, para que se atinja a compacidade ideal sem danificar a camada anterior da taipa nem sobrecarregar a fôrma (HOFFMANN, 2017).

Como a parede de taipa trata-se de uma parede monolítica portante, os vãos existentes na construção devem ser previamente pensados para que a construção não seja prejudicada com alguma patologia, as aberturas de vãos como portas e janelas, devem seguir a lógica estrutural da construção, reforçando com vergas e contravergas os vãos e aberturas criados, a partir de uma estrutura de madeira colocada anteriormente durante a execução dos maciços das paredes. (SILVA, 2018)

A fundação deve ser impermeabilizada para ficar acima do solo para distribuir igualmente o peso das paredes no solo e impedir a capilaridade (fenômeno

natural em que a água pode subir do solo, infiltrando na base da parede). A opção normalmente utilizada são as sapatas corridas, que permitem uma distribuição de cargas uniformes no solo e dificultam a capilaridade. As sapatas corridas podem ser feitas com ou sem concreto. É importante separar o contato entre parede de Taipa e fundações a fim de se evitar que a umidade do solo suba por capilaridade e comprometa a base da parede, trazendo problemas como, fungos com a presença de mofo, deslocamentos da parede e do revestimento aplicado sobre ela. (SILVA, 2018)

FIGURA 16 – Demonstração das formas de madeira na execução em taipa de pilão



Fonte: PEIXOTO, 2017

A cobertura desse tipo de construção deve ser pensada para proteger a estrutura da construção da ação da água de chuva e posicionada de forma homogênea para distribuir a carga ao longo da edificação, a cobertura deve ser posicionada assim que as paredes forem finalizadas, impedindo que estas tomem chuva, e com o beiral largo para proteger a parede da ação da chuva. (SILVA, 2018)

A criação de coberturas com beirais largos ou varandas são estratégias de projeto para garantir a estanqueidade à água, principalmente em regiões mais chuvosas. [...] Vigas ou “berços” de madeira ou concreto na interface da taipa com a cobertura, dão unidade ao conjunto de paredes e combatem os esforços de tração. (WALKER et al, 2002, p.05)

Sobre o isolamento térmico das paredes de terra batida, nem sempre apresentam os níveis exigidos pelas normas em climas mais frios e podem ser construídas com maior espessura ou então fazer uso de um isolamento térmico adicional, que pode ser considerada no momento do apiloamento ou depois. (SILVA, 2018).

Na atualidade, devido a mecanização da técnica de taipa de pilão, seja por método hidráulico, pneumático ou vibracional, o método construtivo se tornou mais competitivo no ambiente da construção civil

Pode-se inclusive colocar uma camada de solo maior por compactação: enquanto no método manual as camadas de argamassa a serem compactadas devem ter cerca de 15cm, no método mecânico, pode-se compactar de 20 a 30cm por vez. (SILVA, 2000, p.10)

A mecanização da técnica de construção em taipa se mostrou em países desenvolvidos, no que se refere à produtividade da técnica mecanizada, uma otimização da qual apresenta 0,12 m<sup>3</sup> h/h se comparada com o modo manual que utiliza 0,18 m<sup>3</sup> h/h. (SILVA, 2000)

Para que essa alternativa tecnológica também possa ser viável em uma escala ampliada ao contexto brasileiro, são necessárias ainda ações setoriais de desenvolvimento tecnológico, de cunho técnico, científico e políticas públicas, com a criação de normas nacionais, de modo que construtores possam ter parâmetros para atestar e garantir a qualidade das paredes, atendendo as exigências básicas dos usuários elencadas na ISO 16241 (1984) e NBR2 15575 (ABNT, 2013). (SILVA, 2000)

Quando comparamos a taipa de pilão com o adobe é possível observar que a taipa é muito mais resistente:

Isto se dá, porque a compressão exercida sobre as camadas da parede faz com que estas, depois de secas, fiquem compactas, sólidas e impermeáveis. Além disso, a compactação faz com que as paredes tenham baixa retração, o que evita o surgimento de trincas e rachaduras. [...] (BRANDÃO, 2009).

## 4 APLICABILIDADE DAS TÉCNICAS EM TERRA CRUA

Acredita-se que, devido a associação precipitada, a arquitetura vernacular é inferior em sua conspeção formal quando comparadas com os métodos convencionais da construção civil. Toda via, observasse com o passar dos anos uma mudança de perspectiva nesse sentido, do qual as técnicas vernaculares vem se mostrando uma ótima alternativa para uma construção sustentável e original capaz de beneficiar os diversos estratos da sociedade.

A seguir serão analisados a aplicabilidade, possibilidades e solução formal das técnicas de construção em terra, em diferentes tipos de projetos.

### 4.1.1 HOSPITAL DE FELDKIRCH

FIGURA 17 – Fachada Hospital de Feldkirch



Fonte: LKH Feldkirch

Obra:	Hospital Regional LKH Feldkirch
Local:	Feldkirch, Österreich
Execução:	realizado de 1992-1993
Técnica:	Uma construção autoportante de taipa
Arquiteto:	Martin Rauch

Proporção:	1080 m <sup>2</sup>
------------	---------------------

Tendo em vista a necessidade de regular o microclima local de alguns setores do hospital, durante o planejamento preliminar da construção, foi convocado um concurso para o projeto artístico do salão de entrada e o arquiteto Martin Rauch venceu. O artesanato e a alteração funcional tornaram-se uma síntese perfeita da arquitetura contemporânea em terra crua que podem ser conjugadas com outros métodos construtivos.



FIGURA 18 – Corredor principal com parede em taipa



Fonte: Erden

Em uma extensão de 180 metros a galeria, que também é usada como entrada principal, é feita de uma parede de taipa com 6 metros de altura. A parede monolítica

funciona como um regulador climático para os ambientes internos adjacentes, além de ser um contraste de design com a frente de vidro inclinada da fachada, voltada para o sul. Concluído em 1993, o corredor interliga os pavimentos baixos de garagem, embutidos a sul com a estação da Cruz Vermelha, ao corredor de escritórios e laboratórios a norte. No que diz respeito ao equilíbrio energético, o hall de entrada funciona como uma grande estufa visto ao clima frio da região. (ERDEN, 2003)

FIGURA 19 – Corredor principal com parede em taipa



Fonte: Erden



#### 4.1.2 ESCOLA DE ARTES PLÁSTICAS DE OAXACA

FIGURA 20 – Vista para as salas de aula da Escola de Artes Plásticas de Oaxaca



Fonte: Archdaily

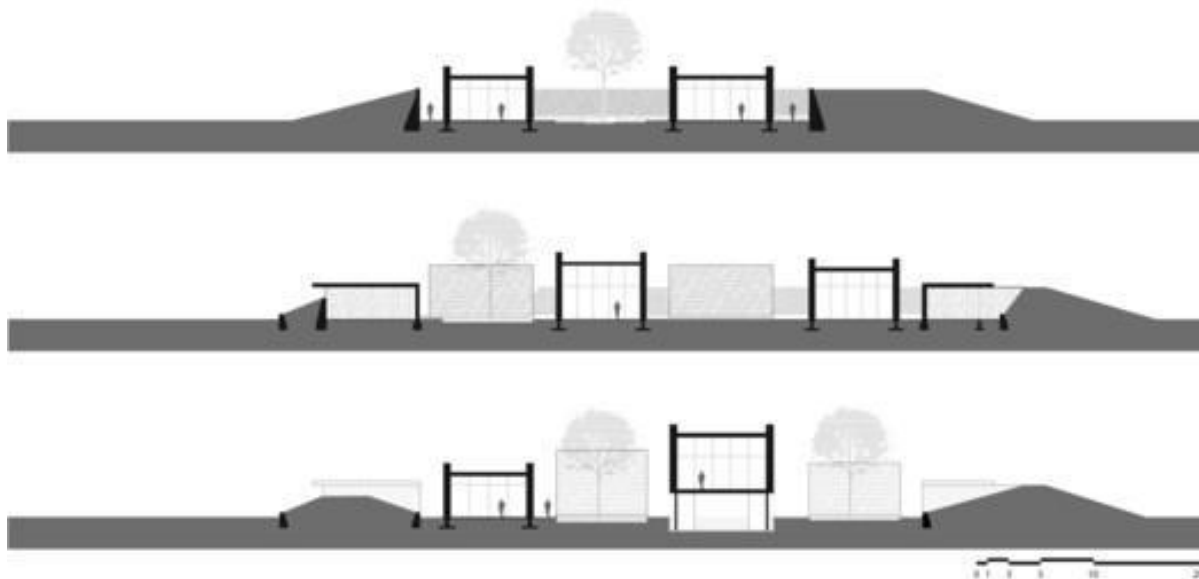
Obra:	Escola de Artes Plásticas de Oaxaca
Local:	Oaxaca, México
Execução:	2008
Técnica:	Edificação autoportante de técnica mista em taipa e pedra
Arquiteto:	Taller de Arquitectura-Mauricio Rocha
Proporção:	2 270 m <sup>2</sup>

A Escola de Artes Plásticas de Oaxaca, no México, foi encomendada pela Universidade Autônoma de Benito Juárez e pelo artista Francisco Toledo. Ela localiza-se na entrada da universidade de forma que sua implantação é visível a todo o campus. Foi projetada para abrir um diálogo entre a universidade e a cidade, além de permanecer discreto, a fim de fomentar o caráter criativo e introspectivo de uma escola de arte.

O conceito do projeto foi influenciado por duas condições existentes no contexto de Oaxaca: a ausência de um plano diretor que norteasse as obras da universidade e de uma linguagem arquitetônica unificada entre os edifícios existentes no campus, do qual serviria de contexto para o design, e como a construção de projetos próximos da universidade estavam gerando excesso de terra viu-se a oportunidade de utilizá-lo no projeto (ARCHDAILY, 2022). Isso levou à ideia do complexo como um extenso jardim em seu exterior, sendo o interior projetado de forma suficientemente isolada para acomodar as instalações de uma escola de artes.

O complexo foi inserido dentro de um monte vegetal com 3 metros de altura, sendo os edifícios construídos em terra e pedra. Seu programa abrange um salão principal, galeria, midiateca, escritórios administrativos, salas de aula e estúdios de arte. Os edifícios de pedra ocupam o entorno do monte (Figura 21), e servem também para reter a terra circundante.

FIGURA 21 – Corte esquemático da relação entre topografia e construção



Fonte: Archdaily, 2022

Dentro dos edifícios, a terra batida e os prédios feitos de concreto, principalmente orientados ao norte e contendo os estúdios de arte, galeria e salão principal, completam o programa de necessidades da escola. Em diálogo com os volumes interiores estão os pátios que se projetam a partir de cada edifício como uma extensão do ambiente de trabalho. Cheios de cascalho de cor ocre, dialogando com as cores provenientes da utilização da terra para a construção da escola, e plantados

com uma cerejeira mexicana (Figura 22) que floresce na primavera e fica desflorida no inverno.

FIGURA 22 – Vista da cerejeira mexicana



Fonte: Archdaily

A volumetria faz uso da interação de cheios e vazios entre o prédio e o pátio, e cria caminhos (Figura 23), vistas e condições de luz em constante mudança à medida que alguém se move pela escola. Como pode-se identificar, ao longo do projeto, a sustentabilidade foi uma preocupação central, sendo o principal material de construção a terra batida. A utilização da terra nessa configuração é naturalmente isolante, boa resistência a água, resistência ao fogo, a prova de cupins e utiliza terra disponível localmente. Além disso, as paredes são autoportantes. (ROCHA, 2008)

FIGURA 23 – macrozoneamento da Escolas de Artes Plásticas de Oaxaca



Fonte: Archdaily

### 4.1.3 ESCOLA NACIONAL FLORESTAN FERNANDES

FIGURA 24 – Imagem da Escola Nacional Florestan Fernandes



Fonte: MST

Obra:	Escola Nacional Florestan Fernandes
Local:	Guararema, São Paulo
Execução:	2000 a 2005
Técnica:	junção de técnicas em terra como o tijolo de solo cimente e a taipa
Arquiteto:	união popular de militantes do Movimento dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais Sem Terra (MST)
Proporção:	-



O espaço foi construído em Guararema, interior de São Paulo, por cerca de mil militantes de 112 assentamentos e 230 acampamentos do Movimento dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais Sem Terra (MST) que fabricaram os tijolos de solo cimento utilizados para a construção da instituição.

FIGURA 25 – Acesso a Escola Florestan Fernandes



Fonte: MST

Foi inaugurada em 23 de janeiro de 2005 e homenageia o sociólogo e político brasileiro Florestan Fernandes, a escola oferece hoje cursos livres, superiores e de especialização e tem parceria com instituições de ensino reconhecidas e prestigiadas no Brasil e no mundo, como a Universidade Estadual Paulista (Unesp) e a Unesco. A escola se tornou referência internacional por unir a prática com a teoria política. Ao longo dos anos, militantes, dirigentes e grupos de organizações populares que lutam pela construção de mudanças sociais em vários países, estudam a fundo clássicos da teoria política nacional e internacional.

A estrutura da escola tem capacidade para 200 pessoas, com auditório, anfiteatros, uma biblioteca com mais de 40 mil livros (Figura 26), espaço de leitura, casa de artes e uma ilha de edição onde funciona a rádio da ENFF.

FIGURA 26 – Biblioteca



Fonte: MST

No local também foram construídos quatro blocos de alojamentos com refeitório (Figura 27), lavanderia, uma estação de tratamento de esgotos, uma horta que produz para o consumo local, além de duas quadras multiuso. Além disso foi criada a Ciranda Saci Pererê para assegurar a participação das alunas e alunos que levam seus filhos às atividades. O espaço é mantido por um grupo de cerca de 40 militantes residentes, que compõem a brigada permanente Apolônio de Carvalho, e os educandos que se dividem durante as atividades.

FIGURA 27 – Refeitório



Fonte: MST

Os recursos para sua construção foram obtidos com a venda de fotos de Sebastião Salgado e do livro Terra e mediante a contribuição de entidades da classe trabalhadora do Brasil, da América Latina e de várias partes do mundo. Os recursos para a sua manutenção e funcionamento são obtidos por meio de financiamento de projetos nacionais e internacionais, por doações de organizações e movimentos sociais, além da colaboração individual voluntária de um número crescente de mulheres e homens que apoiam o projeto. (FERNANDES, 2020)



FIGURA 28 – Espaço Frida Kahlo



Fonte: MST

### 3.7.4 CASA NO DESERTO, TUCSON

FIGURA 29 – Vista do interior da casa para o Deserto



Fonte: Casa Vogue

Obra:	Casa no deserto, Tucson
Local:	Sonora, Arizona
Execução:	-
Técnica:	Construção desenvolvida em taipa
Arquiteto:	DUST Architects
Proporção:	-

Esta casa foi projetada para seguir duas premissas: a de agredir o mínimo possível o ambiente e a de aproveitar ao máximo a beleza do seu entorno. Para isso, uma série de decisões arquitetônicas foram tomadas, o que resultou na preservação de um ecossistema rico e de beleza rara, além de um alto nível de interação com ele.

A garagem fica aproximadamente 120 metros da construção, fazendo com que os moradores se desloquem por um curto percurso aproveitando a paisagem do entorno. O lar começa com diversos e grandes degraus (Figura 30), que levam o visitante desde um nível mais baixo, que oculta parcialmente a construção, até a porta de entrada. A ideia dessa escalada é revelar a casa aos poucos e, por meio da movimentação física, estimular os sentidos do visitante, fazendo-o deixar a correria da cidade para trás.

FIGURA 30 – Acesso a casa através de uma escadaria

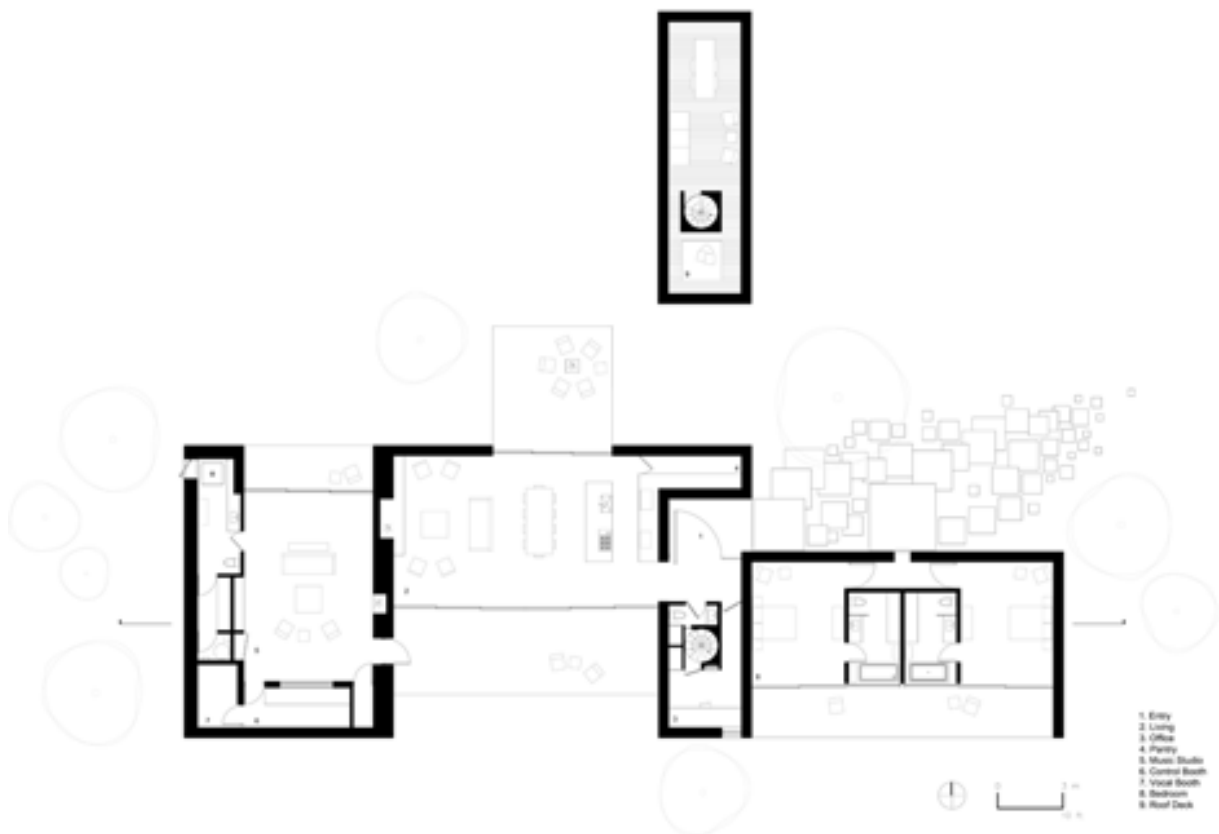


Fonte: Dezeen

Os materiais empregados na construção foram pensados de forma a fazer a casa se incorporar à natureza. Um dos principais componentes usados é a taipa, já que utiliza elementos naturalmente abundantes, como terra e pedregulho. Além disso, o material tem bom isolamento térmico e uma qualidade tátil que dialoga com a essência orgânica do deserto de Sonora

As divisões da casa estão divididas em três zonas, compostas por uma zona de dormir e banhos, uma sala central e um estúdio de música (Figura 31). Os moradores têm que sair do prédio para se deslocar entre as zonas, com o objetivo de proporcionar separação acústica.

FIGURA 31 – disposição do macrozoneamento



Fonte: Dezeen

A sala possui paredes envidraçadas em ambos os lados, que se abrem para permitir a ventilação cruzada. A sala de música se abre para um deck voltado para o norte, enquanto os dois quartos têm um terraço ao longo do lado sul e apresentam um dossel de concreto grosso para protegê-los do sol forte do meio-dia (Figura 32). Uma escada de metal em espiral leva até o telhado, oferecendo aos moradores uma visão ampla da paisagem desértica ao redor. (CAU, 2013)

FIGURA 32 – Exterior da sala de estar



Fonte: Dezeen



#### 4.1.5 STARTUP LIONS CAMPUS. LAKE TURKANA, KENYA, FONTE: ARQUINE

FIGURA 33 – Vista de um dos acessos a Startup Lions Campus



Fonte: Archdaily

Obra:	Startup Lions Campus
Local:	Condado de Turkana, Quênia
Execução:	2019 a 2021
Técnica:	Construção em pedra com revestimento de terra
Arquiteto:	Kérè Architecture
Proporção:	1416 m <sup>2</sup>

O Startup Lions Campus é um campus de tecnologia de informação e comunicação (TIC), localizado nas margens do Lago Turkana, no Quênia. O projeto responde ao desafio urgente do desemprego juvenil enfrentado na região, oferecendo formação de alto nível e acesso a oportunidades de emprego internacionais, permitindo que os jovens empresários prosperem profissionalmente sem ter que deixar seu local de origem. O campus fornecerá 100 novas estações de trabalho e é o primeiro passo em uma visão ambiciosa de espalhar as redes de TIC em áreas remotas.

O campus foi construído em dois níveis que seguem a inclinação natural e possui amplos terraços na cobertura, que oferecem vistas sobre o Lago Turkana. Os terraços são sombreados por vegetação rasteira, proporcionando espaços de reunião ao ar livre e oportunidades para a troca informal de ideias (Figura 34).

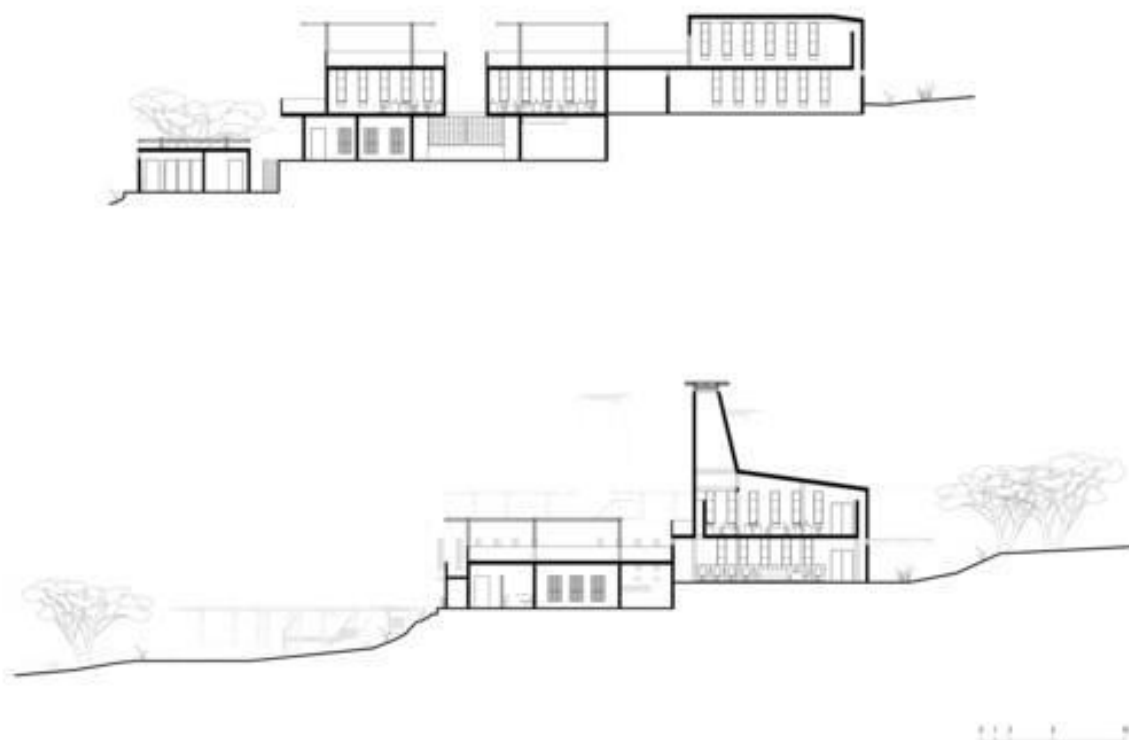
FIGURA 34 – Vista aérea



Fonte: Archdaily

O edifício se inspira nos montes elevados, construídos pelas colônias de cupins da região (Figura 35). As altas torres de ventilação criam um efeito chaminé para resfriar naturalmente os principais espaços de trabalho, extraindo o ar quente para cima, enquanto o ar fresco é introduzido através de aberturas inferiores especialmente projetadas. Este sistema permite que o campus resista a altas temperaturas adequadamente, pois, evita que a poeira danifique os equipamentos de TI. Além de seu papel funcional, as torres criam um marco nos arredores.

FIGURA 35 – Corte que demonstra a semelhança com o cupinzeiro



Fonte: Archdaily

O campus foi construído com pedras da pedreira local com acabamento em massa. Na escolha de quais materiais e técnicas de construção usar, os fatores de sustentabilidade ecológica, custo e disponibilidade foram considerados para chegar ao melhor compromisso com o meio ambiente (Figura 36). A colaboração com a comunidade local foi fundamental neste processo de tomada de decisão, baseando-se em sua experiência e conhecimento. (KÉRÈ, 2021)



FIGURA 36 – Demonstração das múltiplas formas de utilização do local



Fonte: Archdaily

#### 4.1.6 LÉO DOCTOR'S HOUSING. LÉO, BURKINA FASO

FIGURA 37 – Vista central do posto de atendimento à saúde



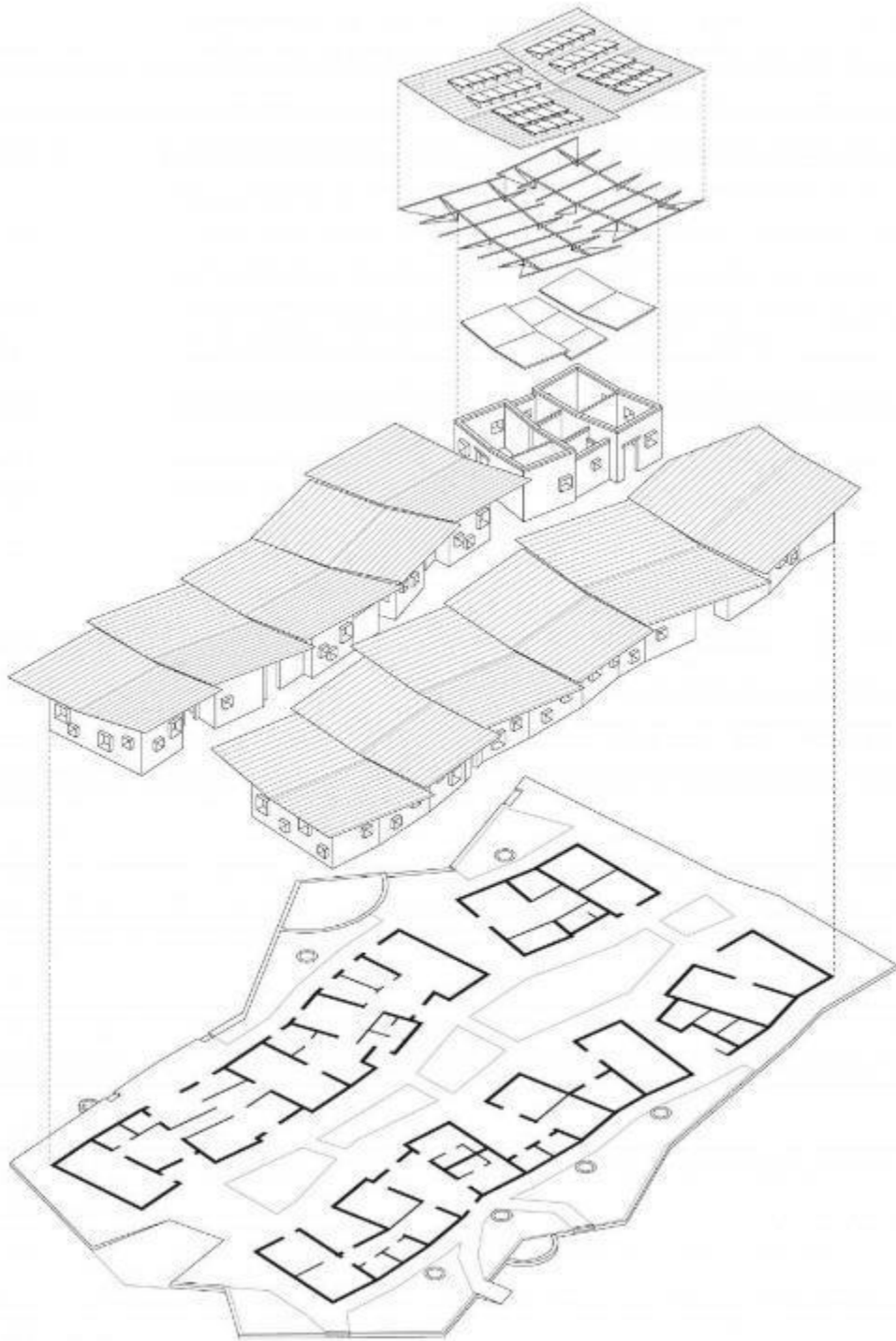
Fonte: Kéré Architecture

Obra:	Doctor's Housing
Local:	Léo, Burkina Faso
Execução:	2016 a 2018
Técnica:	construção feita em tijolos de terra comprimida
Arquiteto:	Kéré Architecture
Proporção:	950 m <sup>2</sup>

Desde a sua abertura inicial em 2014, a Clínica Cirúrgica e Centro de Saúde Léo funciona a plena capacidade sob a direção da organização sem fins lucrativos Operieren in Afrika eV. A missão do projeto não era apenas fornecer instalações muito necessárias para cirurgia e assistência médica, mas também para estabelecer uma troca de conhecimentos e competências entre médicos especialistas visitantes e médicos locais. O Léo Doctors' Housing faz parte dessa visão, oferecendo acomodação para os funcionários voluntários e residentes da clínica. É composto por cinco apartamentos separados dispostos ao longo de um pátio comum.

que oferece várias comodidades compartilhadas (Figura 38). Cada um dos apartamentos de um quarto com banheiro privativo está equipado com sua própria sala de estar privativa, jardim e terraço ao ar livre.

FIGURA 38 – planta esquemática para representação



Fonte: Archdaily

Com o objetivo de proporcionar um ambiente agradável e seguro para promover a troca de conhecimento entre médicos especialistas, este projeto de acomodação segue um sistema modular. O edifício é formado por uma parede de camada dupla feita de blocos de concreto de origem local e blocos de terra estabilizados comprimidos (Figura 39). Além de proporcionar integridade estrutural, as duplas camadas aumentam a massa térmica, mantendo os interiores frescos durante o dia. Para proteger contra a degradação associada às intempéries, um revestimento de gesso colorido cobre as paredes externas.

FIGURA 39 – Lateral do posto de atendimento à saúde



Fonte: Archdaily

Feito de CEB, o teto interior é projetado como uma abóbada singular com as extremidades deixadas abertas para fins de luz do dia e ventilação passiva. Além disso, uma cobertura de chapa metálica corrugada é colocada acima do teto, protegendo a edificação do calor excessivo e, ao mesmo tempo, abrigando os usuários da chuva e do sol (Figura 40). Em relação às chuvas, o telhado inclinado direciona a água para um reservatório no local, que é então usado para irrigação. (KÉRÈ, 2018)



FIGURA 40 – Vista central do posto de atendimento à saúde



Fonte: Archdaily

#### 4.1.7 CENTRO DE ARQUITETURA DA TERRA. MOPTI, MALI

FIGURA 41 – Vista em perspectiva do Centro de Arquitetura da Terra



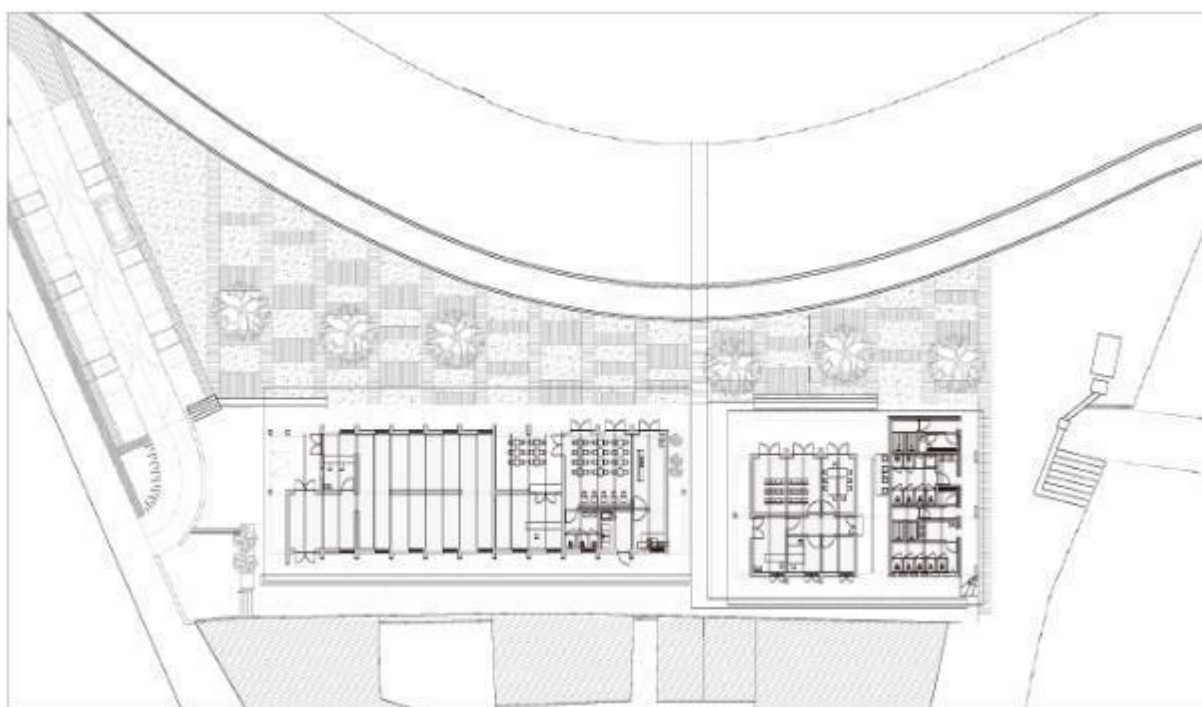
Fonte: Kéré Architecture

Obra:	Centro de Arquitetura da Terra
Local:	Mopti, Mali
Execução:	2010
Técnica:	construção feita em tijolos de terra comprimida
Arquiteto:	Kéré Architecture
Proporção:	480m <sup>2</sup>

O novo edifício do Centro de Arquitetura da Terra, projetado pelo escritório de Francis Kéré no Mali, foi concebido como sede da Fundação Aga Khan na cidade de Mopti, situada na confluência dos Rio Níger e Bani. Prevendo a reabertura da mesquita local e a construção de um novo sistema de saneamento local. O terreno

encontra-se em uma pequena área de aterro às margens de um dos muitos lagos que definem a estrutura urbana de Mopti, uma cidade situada em três ilhas conectadas por uma série de diques. Desta forma, o edifício abriga tanto as funções administrativas do distrito onde está localizado quanto serve como um espaço cultural aberto à toda a comunidade de Mopti.

FIGURA 42 – Implantação



Fonte: Archdaily

Compondo com o conjunto ao edifício da mesquita, o Centro de Arquitetura da Terra foi implantado de tal forma a construir uma nova estrutura urbana integrada e legível, respondendo às pré-existências da área sem comprometer as vistas para a mesquita.



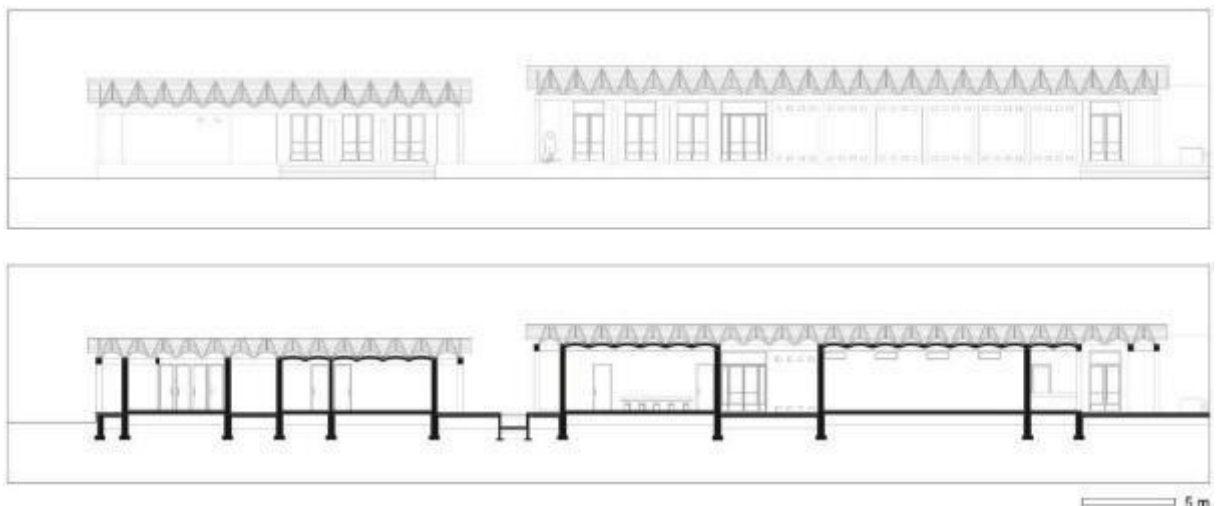
FIGURA 43 – Vista exterior



Fonte: architectural design school

O centro de visitantes, de acordo com o programa, foi dividido em três volumes independentes conectados por uma ampla cobertura metálica inclinada. Todas as paredes e as lajes abobadadas foram construídas em BTC (blocos de terra compactada), garantido uma temperatura interior mais amena. A cobertura suspensa protege a estrutura de barro do edifício da água da chuva e principalmente, da incidência direta dos raios de sol, criando ainda uma série de espaços intersticiais cobertos.

FIGURA 44 – Representação da fachada e do corte longitudinal



Fonte: architectural design school

As aberturas, por sua vez, foram definidas para favorecer e promover a ventilação natural permanente dos espaços interiores, dispensando o uso de sistemas mecânicos de condicionamento de ar. Somando-se a estas estratégias, um amplo

projeto paisagístico foi implantado na parte posterior do edifício, incluindo amplos espaços públicos e uma área de passeio. (KÉRÈ, 2020)

FIGURA 45 – Vista interior para visualização das aberturas laterais



Fonte: Archdaily

## 4.1.8 CAJA DE TIERRA, EQUIPO, FONTE: CASA VOGUE

FIGURA 46 – Fachada do escritório



Fonte: Archdaily

Obra:	Caja de Tierra
Local:	Assunção, Paraguai
Execução:	2018
Técnica:	Construção realizada em taipa
Arquiteto:	Equipo
Proporção:	45m <sup>2</sup>

O projeto foi desenvolvido para materializar os desejos do cliente para um escritório de arquitetura. O processo se iniciou com o experimento de aproveitamento e transformação de materiais disponíveis e recuperados, como são a terra, vidros reciclados e madeira para fôrmas, configurando-os entre duas árvores existentes: *chivato*, que está fora da edificação, mas que foi emoldurado e *guavirá* que está localizado em meio ao espaço construído (Figura 47).

FIGURA 47 – Planta



Fonte: Archdaily

Os muros de terra compacta com solo de cimento de 30 cm aguentam o peso da laje que descansa sobre 20 cm da parede sem nenhuma ancoragem ou amarração, aproveitando as qualidades estruturais do material. Os 10 cm restantes ficam na parte exterior para esconder a laje, delimitando o volume somente com as paredes (Figura 48).



FIGURA 48 – Demonstração da abertura zenital



Fonte: Archdaily

Todos os móveis e as portas são de placas fenólicas que foram utilizadas nas fôrmas das lajes (Figura 49). A biblioteca se desprende dos muros para que a luz continue sua trajetória, suspendendo os livros e os quadros, tesouros preciosos do escritório. (EQUIPO, 2018)

FIGURA 49 – Imagem interna



Fonte: Archdaily

## 5 CONCLUSÃO

A arquitetura em terra é uma técnica milenar e tornou-se estigmatizada ao longo dos anos, sendo atualmente associada a doenças e a estratos excluídos da sociedade civil. Entretanto, tendo em vista a necessidade de ressignificação dos modos construtivos da contemporaneidade, as técnicas de construção em terra crua têm ganhado espaço como um método alternativo para atingir a sustentabilidade em projetos das mais variadas tipologias, variando desde residências, a hospitais, centros culturais etc.

Os edifícios feitos com técnicas de construção em terra crua possuem inúmeros benefícios quando comparados com as edificações em alvenaria convencional, podendo-se citar como exemplos sua materialidade única, a capacidade de melhorar o microclima local com equilíbrio térmico e de umidade, dentre outras vantagens.

Tinha-se como objetivo ao longo dessa averiguação, buscar alternativas de como a população poderia construir edificações de terra crua sem renunciar à qualidade estrutural da edificação e de sua estética, a concepção formal de fato. Foi realizado então um aprofundamento sobre a história, o processo de execução e as técnicas da construção em terra crua do qual foi possível constatar que, quando executadas da forma correta, as diferentes alternativas de construção em terra podem obter um alto padrão de qualidade arquitetônica.



## REFERÊNCIAS

**A UTILIZAÇÃO DO “BAMBUSA VULGARIS” COMO ENTRAMADO NAS CONSTRUÇÕES EM TAIPA.** Dissertação de mestrado. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2011. P. 28, 29, 49, 50, 53, 55.

AIRES, R. **Quais são os tipos de solo no Brasil?**. Disponível em: <[www.myfarm.com.br/tipos-de-solo/](http://www.myfarm.com.br/tipos-de-solo/)>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ARCHELLO; **Escola de Artes Plásticas Oaxaca.** Disponível em: <<https://archello.com/pt/project/school-of-plastic-arts-oaxaca>> Acesso em: 09 set. 2022.

Architectural design school; **Escola de Artes Visuais de Oaxaca/ Taller de Arquitectura - Mauricio Rocha.** Disponível em: <<https://por.architecturaldesignschool.com/school-visual-arts-oaxaca-69895>> Acesso em: 09 set. 2022.

Arquine. **Campus Startup Lions.** Disponível em: <[www.arquine.com/campus-startup-lions/](http://www.arquine.com/campus-startup-lions/)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

Associação dos Amigos da Escola Nacional Florestan Fernandes; **Uma escola em construção.** Disponível em: <<https://www.amigosennf.org.br/uma-escola-em-construcao/>> Acesso em: 09 set. 2022.

BARAYA, S. **Adobe: o material reciclável mais sustentável.** ArchDaily Brasil, 2020, Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/945393/adobe-o-material-reciclavel-mais-sustentavel>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

BARBOSA, N. P.; MATTONE, R.; MESBAH, A. **Blocos de Concreto de Terra: Uma Opção Interessante Para a Sustentabilidade da Construção.** 2015.

BioEstrutura Engenharia. **Como construir parede de taipa de pilão.** Disponível em: <[www.tecnicasparaconstrucaosustentavel.blogspot.com/2015/05/como-fazer-paredes-de-taipa-de-pilao.html](http://www.tecnicasparaconstrucaosustentavel.blogspot.com/2015/05/como-fazer-paredes-de-taipa-de-pilao.html)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

CALDAS, L. R; FILHO, R. D. T. **AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE ALVENARIA DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO CONSIDERANDO DIFERENTES ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.** Monografia de pós graduação. Rio de Janeiro: UFRJ, 2021. P. 150

CALLEJAS, I. .J. A.; DURANTE, L. C.; BRANDÃO, R.P. **HABITAÇÕES VERNACULARES E DE INTERESSE SOCIAL CONTEMPORÂNEAS: investigação sobre a qualidade ambiental e sustentabilidade dos sistemas construtivos** . Trabalho final de conclusão de curso. Barra do Garças: GeoAraguaia, 2019. P. 107

CAMPOS, I. C.; PINA, R. C. A. **ESTUDO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO.**

Trabalho de conclusão de curso. Anápolis: Unievangélica, 2018. p. 42

CAO, L. **Como são construídas as paredes de taipa.** ArchDaily Brasil, 2020, Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/933368/como-sao-construidas-as-paredes-de-taipa>>.

Acesso em: 21 abr. 2019.

Características da estrutura de quadros de casas na Alemanha. Disponível em: <[www.recriarcomvoce.com.br/blog\\_recriar/vantagens-da-construcao-com-terra-crua/](http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/vantagens-da-construcao-com-terra-crua/)>.

Acesso em: 28 mar. 2022.

CARVALHO, P. H. V.; SALOMÃO, P. E. A.; MOR, P. C.; CANGUSSÚ, L. **Tijolo solo cimento com adição de fibra vegetal: uma alternativa na construção civil.** Universidade Federal de Itajubá, 2018. p. 05,

CASA VOGUE. **Taipa de pilão: 6 projetos de arquitetura que aplicam a técnica.** Disponível em: <[www.casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2019/09/taipa-de-pilao-6-projetos-de-arquitetura-que-aplicam-tecnica.html](http://www.casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2019/09/taipa-de-pilao-6-projetos-de-arquitetura-que-aplicam-tecnica.html)>.

Acesso em: 29 mar. 2022.

CHUMBINHO, J. M. **Otimização de solos para a produção de blocos de terra compactada.** Dissertação de mestrado. Évora: Universidade de Évora, 2017. p.18

CIAC. **Taipa de mão.** Disponível em: <[www.ciac.org.br/taipa-de-mao-2/](http://www.ciac.org.br/taipa-de-mao-2/)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

COSTA, J. F. S. **Arquitetura Inteligente, um passo para a Sustentabilidade. Dissertação de mestrado.** Covilhã: Universidade da Beira Interior, Engenharia, 2019. P.03, 05, vii, 12, 34, 35.

CRATerre. **Representação dos locais do globo que são empregadas as técnicas de construção em terra crua,** 2012. Disponível em: <[http://craterre.org/galerie-des-images/default/gallery/38/gallery\\_view/Gallery/ctl/galerie-des-images/default/gallery/38/gallery\\_view/Gallery](http://craterre.org/galerie-des-images/default/gallery/38/gallery_view/Gallery/ctl/galerie-des-images/default/gallery/38/gallery_view/Gallery)>. Acesso em: 21 abr. 2019.

Cristine, A. **VANTAGENS DA CONSTRUÇÃO COM TERRA.** Disponível em: <[www.recriarcomvoce.com.br/blog\\_recriar/vantagens-da-construcao-com-terra-crua/](http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/vantagens-da-construcao-com-terra-crua/)>.

Acesso em: 28 mar. 2022.

DELGADO, M. C. J; GUERRERO, I. C. **The selection of soils for unstabilised earth building: A normative review. Construction and building materials,** v. 21, n. 2, p. 237-

251,

2007.

Disponível

em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.923.7083&rep=rep1&type=pdf>>.

Acesso em: 22 abr. 2019.

eCycle. Título ecológico: o que é e seus benefícios. Disponível em:

<<https://www.ecycle.com.br/392-titulo-ecologico>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

Em:<<https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/sustentabilidade-na-construcao-civil-como-um-diferencial-competitivo/>>. Acesso em: 28 mar. 2022.

EQUIPO; **Caixa de Terra / Equipo de Arquitectura**. Disponível em:<<https://www.archdaily.com.br/br/900432/caixa-de-terra-equipo-de-arquitectura>> Acesso em: 10 set. 2022.

EQUIPO; **Caja de Tierra**. Disponível em:<<https://equipodearquitectura.com/proyectos/caja-de-tierra/>> Acesso em: 10 set. 2022.

ERDEN. **Hospital Regional LKH Feldkirch Feldkirch**. Disponível em:<<https://www.erden.at/LKH-Feldkirch>>Acesso em: 09 set. 2022.

FALCÃO, J. M. F. V. N. **Arquitectura Contemporânea em Terra**. Dissertação de mestrado à Técnico Lisboa, Portugal, 2014, p. 21- 22. Disponível em: <[https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/844820067123554/IST-MCR-Dissertacao-JNF\\_v062\\_binded.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/844820067123554/IST-MCR-Dissertacao-JNF_v062_binded.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2019.

FARIA, C. N. O. B. **TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO COM TERRA**. Bauru: FEB Unesp, 2011. P. 12,13, 14

FASCIO, A. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO UM DIFERENCIAL COMPETITIVO002E**. Disponível

FERNANDES, V.; **Conheça a Escola Nacional Florestan Fernandes, há 15 anos formando militantes**. Disponível em:< <https://mst.org.br/2020/01/24/conheca-a-escola-nacional-florestan-fernandes-ha-15-anos-formando-militantes/>> Acesso em: 10 set. 2022.

FURTADO, **O.Lugares para conhecer em Punta Del Leste**. Disponível em:<[www.maiorviagem.net/lugares-para-conhecer-em-punta-del-este/](http://www.maiorviagem.net/lugares-para-conhecer-em-punta-del-este/)>. Acesso em: 28 mar. 2022.

GIRALDELLI, M. A.; MELO, F. C. L.; PEREIRA, O. A.; DOMINGUES, M. A.; PINHEIRO, S. K. T.; BRASIL, M. A. **Construção com Terra: Breve Histórico e Técnicas**. Pesquisa de pós-graduação à Universidade de Cuiabá, Mato Grosso, 2020. Disponível em:<<https://drive.google.com/file/d/1HcwQtiJYmO7QXRR06RhN0O-XWJ1IAXUg/view?usp=sharing>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

GIRALDELLI, M. A.; MELO, F. C. L.; PEREIRA, O.A.; DOMINGUES, M.A.; PINHEIRO, S.K.T.; BRASIL, M. A. **Construção com Terra: Breve Histórico e Técnicas**. Programa de pós-graduação. Cuiabá: Universidade de Cuiabá, 2020.

GONÇALVES, T. D.; GOMES, M. I. **Construção de Terra Crua: Potencialidades e Questões em Aberto**. Jornadas LNEC: engenharia para a sociedade, investigação e inovação, cidades e desenvolvimento 2012,p. 53. Disponível em: <[http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/1003633/1/GONCALVES\\_r021.pdf](http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/1003633/1/GONCALVES_r021.pdf)>.

Acesso em: 22 abr. 2019.

GONZALEZ, C.; **Centro de Arquitetura da Terra / Kere Architecture**. Disponível em:<<https://www.archdaily.com.br/br/941673/centro-de-arquitetura-da-terra-kere-architecture>> Acesso em: 10 set. 2022.

HLAVAC, H. **Artwork Enlargement**. Disponível em:<[br.pinterest.com/pin/516436282244868792/](https://br.pinterest.com/pin/516436282244868792/)>. Acesso em: 28 mar. 2022.

INTBAU. **Concurso de Design e Décima Oficina de Construção e Arquitetura da Terra: Marrocos**, 11 a 22 de maio de 2015. Disponível em:< [www.intbau.org/design-competition-and-tenth-earth-building-and-architecture-workshop-morocco-11-22-may-2015-2/](http://www.intbau.org/design-competition-and-tenth-earth-building-and-architecture-workshop-morocco-11-22-may-2015-2/)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

KÉRÉ Architecture. Disponível em:<[www.kerearchitecture.com](http://www.kerearchitecture.com)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

KÉRÈ, D.F.; **Startup Lions Campus**. Disponível em:<<https://www.kerearchitecture.com/work/building/startup-lions-campus>> Acesso em: 10 set. 2022

KÉRÈ, D.F.; **Startup Lions Campus / Kéré Architecture**. Disponível em:<<https://www.archdaily.com.br/br/964387/startup-lions-campus-kere-architecture/>> Acesso em: 10 set. 2022.

KÉRÈ, D.F.; **Centro de Arquitetura da Terra, Mopti**. Disponível em:<<https://arquitecturaviva.com/works/centro-de-arquitetura-en-tierra-2>> Acesso em: 10 set. 2022.

KÉRÈ, D.F.; **Centro de Arquitetura da Terra / Kere Architecture**. Disponível em:<<https://por.architecturaldesignschool.com/centre-earth-architecture-57829>> Acesso em: 10 set. 2022.

MARQUES, L. S. **Investigação sobre o comportamento térmico do adobe para as necessidades climáticas e normativas brasileiras**. Monografia para título de especialista. Belo Horizonte: UFMG, 2018.p. 25, 26, 29.

MELO, M.; **Escola Nacional Florestan Fernandes do MST completa 17 anos**. Disponível em:<<https://www.brasildefato.com.br/2022/01/23/escola-nacional-florestan-fernandes-do-mst-completa-17-anos-conheca-historia>> Acesso em: 10 set. 2022.

MOREIRA, A. M. **Terra Crua**. ESTT, Departamento de Engenharia Civil, 2008/2008, p. 14,

MOTTA, S. N. M. **METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS E DAS PATOLOGIAS DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO EM OURO PRETO-MG**. Dissertação de mestrado. Florianópolis: UFSC, 2010. p. 77 .

NAKAGAWA, B. H. Y. M. **APLICAÇÕES DE ECOTÉCNICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E COMPARAÇÃO COM TÉCNICAS TRADICIONAIS**. Trabalho de conclusão de curso. Guaratinguetá: Unesp, 2017. Número de volumes ou páginas.

**NETZ WERKLEHM**. Disponível em:< [www.netzwerkehm.at/lehmbau/lkh-feldkirch/](http://www.netzwerkehm.at/lehmbau/lkh-feldkirch/)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

NEVES, C.; FARIA, O. B. **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA: 2011, p. 19. Disponível em: <[https://www.promemoria.indaiatuba.sp.gov.br/arquivos/proterra-tecnicas\\_construcao\\_com\\_terra.pdf](https://www.promemoria.indaiatuba.sp.gov.br/arquivos/proterra-tecnicas_construcao_com_terra.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2019.

**O processo de Formação dos Solos**. Disponível em:<[www.escolaeducacao.com.br/o-processo-de-formacao-dos-solos/](http://www.escolaeducacao.com.br/o-processo-de-formacao-dos-solos/)>. Acesso em: 28 mar. 2022.

OLENDER, M. C. H. L. **A técnica do pau-a-pique: subsidios para a sua preservação**. Dissertação de mestrado à Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2006, p.02, p. 03., p.15 Disponível em:<<https://drive.google.com/file/d/10eR8qaGsfD4JRzXlr08N70-Mu-kRVN-S/view?usp=sharing>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

OLHAR TURÍSTICO. **O que fazer em Mogi - Casarão do Chá**. Disponível em: O que fazer em Mogi – Casarão do Chá | Olhar Turístico ([olharturistico.com.br](http://olharturistico.com.br)). Acesso em: 21 abr. 2019.

OLIVEIRA, C. N. de. **O PARADIGMA DA SUSTENTABILIDADE NA SELEÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES PARA EDIFICAÇÕES**. Dissertação de mestrado. Florianópolis: Pós ARQ UFSC , 2009. p.15, 16, 24.

PINTO, E. S. **SOLO-CIMENTO COMPACTADO: PROPOSTA DE MÉTODOS DE ENSAIO PARA DOSAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA**. Dissertação de mestrado. Bauru: Faac, 2016. p. 31, 38.

PIRES, A. C. W. **ARQUITETURA VERNÁCULA E SUA IMPORTANTE RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE**. Artigo apresentado ao Univag. Univag, 2021.

PISANI, M. A. J. **Taipas: a arquitetura de terra**. Sinergia-Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, São Paulo, v. 5, n. 1, 2004,p.10, p.15. Disponível

em:<[https://www.promemoria.indaiatuba.sp.gov.br/arquivos/cefet-arquiteturas\\_de\\_terra\\_no\\_brasil.pdf](https://www.promemoria.indaiatuba.sp.gov.br/arquivos/cefet-arquiteturas_de_terra_no_brasil.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2019.

PRESA, M.B. **Resistência à compressão e absorção de água em tijolos de solo cimento**. Trabalho final de conclusão de curso. Brasília: UnB, 2011. p. 11

REGO, R. R. C. **ESTUDO DO TIJOLO SOLO CIMENTO EM FORMULAÇÕES COM A ADIÇÃO DA CAL**. Dissertação de mestrado. Teresina: IF, 2019. p. 19, p.23

SANTOS, A. C. **A ARQUITETURA VERNACULAR E SEU POTENCIAL DE USO EM PROJETOS SOCIAIS**. Relatório Final de Iniciação Científica. Brasília: UniCEUB, 2020. P. 10, 11, 12, 22, 25, 26.

ROCHA, M.; **Escuela de Artes Visuales de Oaxaca / Taller de Arquitectura**. Disponível em:< <https://www.archdaily.mx/mx/750038/escuela-de-artes-visuales-de-oaxaca-taller-de-arquitectura-mauricio-rocha> >Acesso em: 09 set. 2022.

SANTOS, C. A. **Construção com terra no Brasil: panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada**. Dissertação de mestrado à Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Santa Catarina, 2015. Disponível em:<<https://drive.google.com/file/d/1ucXb5F8ihDN03BXVQwNF>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SANTOS, C. A. **CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL: PANORAMA, NORMATIZAÇÃO E PROTOTIPAGEM COM TERRA ENSACADA**. Dissertação de mestrado. Florianópolis: UFSC, 2015. P. 92.

SCHULTE, A. L. P.; **ANÁLISE DE COMPATIBILIZAÇÃO DO USO DE TÉCNICAS DE BIOCONSTRUÇÃO EM PROGRAMAS DE HABITAÇÃO POPULAR NO CONTEXTO BRASILEIRO DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA**. Trabalho de conclusão de curso. Porto Alegre: UFRS, 2020. P. 36

SILVA, C. G. T. **Conceitos e Preconceitos relativos às construções em terra crua**. Dissertação de mestrado à Escola Nacional de Saúde Pública/Fundação Oswaldo Cruz, 2000, p.12. Disponível em:<<https://drive.google.com/file/d/15UwWAXsTHJAXsXLf0Q2BBHrbzgmtP5NQ/view?usp=ssharing>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

SILVA, C. G. T. **Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua**. Dissertação de mestrado. Fundação Oswaldo Cruz, 2000. P.24, 29, 30, 31, 32, 35,

SILVA, D.N.A.C. **A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO BAMBU:**

SILVA, P.L. **O USO DA TAIPA DE PILÃO NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA COMO BIOCONSTRUÇÃO**. Monografia de iniciação científica. Santana de Parnaíba: Unip, 2018. p. 27, 32.

SLESSOR, C. **The School of Plastic Arts by Mauricio Rocha, Oaxaca, Mexico**. Disponível em: < [www.architectural-review.com/awards/ar-emerging-architecture/the-school-of-plastic-arts-by-mauricio-rocha-oaxaca-mexico](http://www.architectural-review.com/awards/ar-emerging-architecture/the-school-of-plastic-arts-by-mauricio-rocha-oaxaca-mexico) >. Acesso em: 29 mar. 2022.

SUÁREZ, A. **Museo na Bolom - San Cristobal de Las Casas**. Disponível em: <[www.flickr.com/photos/alsufu/3477044666/](http://www.flickr.com/photos/alsufu/3477044666/)>. Acesso em: 28 mar. 2022.

SUDRÉ, L. **Conheça a escola Nacional Florestan Fernandes, há 15 anos formando militantes**. Disponível em: <[www.brasildefato.com.br/2020/01/23/conheca-a-escola-nacional-florestan-fernandes-ha-15-anos-formando-militantes/](http://www.brasildefato.com.br/2020/01/23/conheca-a-escola-nacional-florestan-fernandes-ha-15-anos-formando-militantes/)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

TAIPAL, **CONSTRUÇÕES EM TERRA. BIOMA SALON AVEDA**. Disponível em: <[www.taipal.com.br/bioma-aveda-salon](http://www.taipal.com.br/bioma-aveda-salon)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

TUDO CONSTRUÇÃO. **Tijolos Ecológicos: Como usar, preços**. Disponível em: <[www.tudoconstrucao.com/tijolos-ecologicos-como-usar-precos/](http://www.tudoconstrucao.com/tijolos-ecologicos-como-usar-precos/)>. Acesso em: 29 mar. 2022.

VELARDO, A. C.; **Análise do processo construtivo de taipa mecanizada: estudo de caso da sede do canteiro experimental da UFMS**. Dissertação de mestrado à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2015. Disponível em: < <https://drive.google.com/file/d/1X5STV4xQgztPaTsqrRAihibSpoxDI8f4/view?usp=sharing> >. Acesso em: 04 abr. 2021.