



**Ministério da Educação  
Secretaria de Educação  
Profissional e Tecnológica**

**DIRETORIA DE ENSINO DO CAMPUS DE SALVADOR  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES**

Rian Pereira de Almeida

**ANÁLISE CONSTRUTIVA DO USO DA TAIPA DE PILÃO: O PARQUE PEDRA DE  
XANGÔ**

**SALVADOR  
2023**

**Rian Pereira de Almeida**

**ANÁLISE CONSTRUTIVA DO USO DA TAIPA DE PILÃO: O PARQUE PEDRA DE XANGÔ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Técnico em Edificações.

Orientadora: Profa. Dra. Regina Maria Cunha Leite  
Coorientadora: Profa. Me. Rafaela Lino Izeli

SALVADOR  
**2023**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que desempenharam papéis fundamentais, em diversas instâncias, no desenvolvimento da minha monografia.

Em primeiro lugar, minha gratidão à minha família, cujo apoio inabalável ao longo dos últimos cinco anos de estudo tem sido uma fonte constante de força. Em particular, gostaria de expressar minha gratidão aos meus pais, Roque Sena de Almeida e Ivete dos Santos Pereira, cujo apoio incondicional e motivação constante foram a espinha dorsal do meu sucesso acadêmico, mesmo diante das adversidades que enfrentamos juntos.

À minha orientadora, Dra. Regina Maria Cunha Leite, quero estender meus mais profundos agradecimentos por ter aceitado me orientar nessa jornada acadêmica. Sua disposição em me guiar, esclarecer minhas dúvidas e diretrizes valiosas foram cruciais para o sucesso deste trabalho. Além disso, desejo expressar minha gratidão à minha coorientadora, Me. Rafaela Lino Izeli, que não apenas me apoiou no desenvolvimento do meu TCC, mas também se mostrou solícita em todos os momentos em que precisei de auxílio, tanto em relação ao meu trabalho de conclusão de curso como em outras matérias nas quais ela lecionava.

Quero também agradecer à Dra. Maria do Carmo Baltar Esnaty de Almeida por suas conversas inspiradoras e calorosas, nas quais compartilhou suas valiosas experiências de vida e profissionais. Suas palavras sempre me encorajaram a perseverar e a buscar o melhor em minha jornada acadêmica.

Agradeço a todos os amigos, colegas e professores que contribuíram de alguma forma para a realização deste projeto. Em especial, gostaria de agradecer à minha amiga Maria Eduarda por seu apoio durante os momentos turbulentos que passamos durante o curso, e todas as aventuras que vivenciamos durante este período final do ensino técnico. Um brinde aos sobreviventes do G-2.

Cada um de vocês desempenhou um papel importante na minha trajetória acadêmica, e sou profundamente grato por todo o apoio e orientação que recebi ao longo desse percurso. Este trabalho representa não apenas o resultado dos meus esforços, mas também a dedicação e apoio daqueles que acreditaram em mim. Agradeço a todos vocês por fazerem parte desta conquista.

ALMEIDA, Rian Pereira. **ANÁLISE CONSTRUTIVA DO USO DA TAIPA DE PILÃO: O PARQUE PEDRA DE XANGÔ**. Orientador: Regina Maria Cunha Leite. 2023. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso técnico integrado em Edificações) - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador-Ba, 2023.

## RESUMO

Esta monografia explora a utilização ancestral da terra como matéria-prima na construção, desde os primórdios da civilização até a prevalência dos materiais industrializados na construção contemporânea. Com foco especial no Brasil, destaca-se a técnica da taipa de pilão, utilizada em grande parte do patrimônio especial do país. O estudo concentra-se no Parque Pedra de Xangô em Salvador, Bahia, um marco cultural e religioso construído com técnicas de terra para preservação de tradições culturais afro-brasileiras. O trabalho visa analisar a aplicação da taipa de pilão no Parque Pedra de Xangô, avaliando sua conformidade com as normas técnicas atuais. As metodologias incluem revisão bibliográfica, estudo de caso, análise do projeto executivo e entrevistas com profissionais envolvidos. Além disso, a pesquisa investiga a ausência de normas específicas à época da construção do parque, destacando a importância de considerar padrões técnicos para preservação e avaliação de construções tradicionais. A análise técnica é conduzida sob a orientação da norma ABNT NBR 17014:2022, focando nos requisitos, procedimentos e controle associados à taipa de pilão. O estudo visa contribuir para a compreensão da técnica e sustentabilidade dessa técnica construtiva, ressaltando seus benefícios e desafios na contemporaneidade. Este estudo confirmou que certos parâmetros, como a localização das instalações elétricas e as dimensões das alvenarias de taipa, estão em conformidade com a norma técnica. No entanto, foram identificadas várias patologias nas alvenarias, principalmente na parte externa da estrutura, devido à umidade ascendente por capilaridade e ao contato direto com o solo. Fissuras também foram observadas em áreas próximas aos pilares metálicos e de concreto, possivelmente devido à dilatação dos materiais, recalque dos pilares ou má execução da obra.

**Palavras-chave:** Taipa de Pilão; Parque Pedra de Xangô; Técnicas construtivas vernaculares; Arquitetura de Terra;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: A Grande Pirâmide de Quéops .....	10
Figura 02: Muralha da China, trecho em terra crua .....	10
Figura 03: Igreja dos santos Cosme e Damião .....	12
Figura 04: Camadas do solo .....	13
Figura 05: Diagrama das diferentes famílias de sistemas construtivos antigos e modernos	14
Figura 06: Blocos de adobe .....	16
Figura 07: Alvenarias de Hiperadobe .....	17
Figura 08: Blocos de Terra Comprimida.....	17
Figura 09: Paineis feitos em Taipa de Pilão.....	18
Figura 10: Esquema do processo de produção da taipa de pilão.....	21
Figura 11: Processo de execução das paredes de taipa de pilão. ....	23
Figura 12: Equipamentos de compactação .....	24
Figura 13: Perspectiva da Edificação .....	29
Figura 14: Perspectiva da fachada nordeste.....	30
Figura 15: Perspectiva superior da fachada nordeste Fonte: Prancha ARQ-A-006 do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô .....	31
Figura 16: Quadro de portas, janelas e aberturas.....	33
Figura 17: Mapa das alvenarias em taipa de pilão.....	35
Figura 18: Perfil de uma das vergas.....	36
Figura: 19: Fachada principal com aberturas para janelas e portas.....	36
Fonte: Autoria própria .....	36
Figura 20: Instalações elétricas .....	37
Figura 21: Segmentos com o fenômeno umidade ascendência por capilaridade.....	38
Figura 22: Fissuras nos trechos dos pilares metálicos .....	38
Figura 23: Fissura adjacente ao pilar de concreto .....	39

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2. CONTEXTO HISTÓRICO DO USO DE SOLO NA CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>3. TÉCNICAS CONSTRUTIVAS À BASE DE TERRA</b> .....	<b>12</b>
3.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS MAIS UTILIZADOS.....	15
3.1.1 Adobe .....	15
3.1.2 Hiperadobe.....	16
3.1.3 BTC (Blocos de Terra Comprimida).....	17
3.1.4 Taipa .....	18
<b>4. TAIPA DE PILÃO</b> .....	<b>18</b>
4.1 PROCESSO CONSTRUTIVO .....	20
4.1.1 Extração do solo .....	22
4.1.2 Procedimento de dosagem do traço .....	22
4.1.3 Montagem das taipas .....	22
4.1.4 Desenforma e secagem das taipas .....	24
4.2 NORMA 17014:2022.....	25
4.2.1 Exigências postas pela norma .....	26
<b>5. PARQUE PEDRA DE XANGÔ</b> .....	<b>28</b>
5.1 PROJETO ARQUITETÔNICO .....	29
5.2 IMPLANTAÇÃO DA TAIPA DE PILÃO .....	32
5.3 ENTREVISTA.....	34
<b>6. ANÁLISE CONSTRUTIVA DO USO DA TAIPA DE PILÃO</b> .....	<b>35</b>
6.1 FORMA E DIMENSÕES .....	35
6.2 VERGAS E CONTRAVERGAS .....	36
6.3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	36
6.4 SITUAÇÃO ATUAL DAS ALVENARIAS.....	37
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de terra como matéria-prima para construções remonta aos primórdios da civilização, quando os seres humanos começaram a estabelecer residências permanentes. Contudo, com o avanço da tecnologia na indústria da construção, o uso da terra como material de construção foi progressivamente relegado e, lamentavelmente, frequentemente associado à pobreza e às camadas mais marginalizadas da sociedade. Até o século XIX, a construção civil era predominantemente responsabilidade do proprietário da edificação, com uma abordagem que envolvia a coleta de materiais locais e a utilização de técnicas vernaculares, incluindo métodos como pau-a-pique, adobe ou taipa de pilão, bem como, em construções mais sofisticadas, a pedra, barro, tijolo e cal.

Atualmente, os edifícios são predominantemente construídos com materiais industrializados, como cimento Portland e aço, resultando em novas técnicas construtivas que frequentemente geram resíduos significativos e têm impactos adversos sobre o meio ambiente. A indústria da construção civil é notória por ser uma das maiores consumidoras de recursos naturais, desde a extração de matérias-primas, transporte, execução das obras, até o uso e operação dos edifícios. Dada a extensão dos impactos ambientais decorrentes dessa mudança, e considerando que o setor da construção civil é um dos maiores contribuintes para o problema, é vital que se opte por técnicas construtivas que empreguem matérias-primas renováveis e minimizem o desperdício e o consumo energético durante o processo de construção, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental gerado pelas construções.

No Brasil, uma parte significativa de nosso patrimônio arquitetônico protegido é construída a partir de materiais à base de terra, sobretudo com a técnica da taipa de pilão e os tijolos de adobe. Para preservar adequadamente esse patrimônio, é essencial estabelecer uma metodologia de intervenção para edifícios construídos com essas técnicas. A evolução desse sistema construtivo está intrinsecamente relacionada à história da técnica de construção. Construções em terra são conhecidas há milênios e foram difundidas por todo o mundo. Hoje, encontramos exemplos de arquitetura de terra em todos os continentes, com diversas soluções construtivas e expressões estéticas. No território brasileiro, a arquitetura popular se manifestou de maneiras diversas, incorporando tecnologias de diversas culturas. Os povos indígenas, por exemplo, sempre construíram habitações adequadas ao clima com materiais disponíveis em seu entorno. A construção com terra também foi amplamente usada no período colonial, com inúmeros exemplos que sobreviveram ao longo dos séculos. Entretanto, com a chegada da industrialização, surgiram novas tecnologias para a construção civil, como o cimento Portland, tijolos queimados e telhas de fibrocimento, que passaram a ser promovidos como formas modernas e eficientes de construir. Uma campanha sustentada por interesses econômicos fortaleceu a ideia de que a única maneira de construir é com tijolos queimados, cimento e areia, tornando-se símbolo de modernidade e status social em todas as camadas da população. Segundo Caldas, Martins e Filho (2021):

Atualmente, no Brasil, técnicas construtivas baseadas em terra têm recebido atenção crescente tanto de pesquisadores quanto de profissionais da construção civil, haja vista as entidades, redes de pesquisa e os eventos especializados no tema, tais como rede

PROTERRA, Associação Brasileira de Materiais Não Convencionais (ABMTENC), congressos Terra Brasil, dentre outros.

Localizado em Salvador, Bahia, o Parque Pedra de Xangô é um marco cultural e religioso significativo, sendo o primeiro parque brasileiro nomeado em homenagem a um orixá, uma divindade do candomblé e da umbanda. O parque abriga a Pedra de Xangô, um elemento cultural afro-brasileiro e símbolo sagrado que foi tombado como patrimônio cultural do município em maio de 2017. Situado na Área de Proteção Ambiental (APA) Vale da Avenida Assis Valente, em Cajazeiras X, o parque e a Pedra de Xangô são circundados por uma vegetação remanescente de Mata Atlântica, reforçando a sacralidade do local. O parque conta com um lago artificial, um memorial com auditório e cantina, e uma estrutura de cerca de 500 metros quadrados que inclui uma sala multiuso, área para exposição de trabalhos, administração do parque, sanitários e um espaço para a venda de comidas e artesanatos. O parque foi projetado com o intuito de manter todo o significado ancestral, que é tão importante para as comunidades de santo, mantendo as características das arquiteturas de terreiro. Levando isso em consideração, o parque foi construído com técnicas construtivas em terra, como os tijolos de terra comprimida (BTC) e alvenarias de taipa de pilão, para preservar as tradições do povo de santo.

Em virtude da construção de um local de significativa relevância, tornou-se imperativo realizar uma verificação meticulosa para assegurar a conformidade com as normas técnicas estabelecidas. Durante essa investigação, constatou-se que a construção foi realizada em um período no qual não existia uma norma técnica específica para o uso de taipa. Diante dessa constatação, o foco desta monografia será o método construtivo denominado taipa de pilão, também conhecido simplesmente como taipa. Este é um sistema construtivo tradicional que emprega solo, argila ou terra como matéria-prima principal, e envolve a compactação desses materiais em moldes de madeira, conhecidos como taipais.

Levando isso em consideração, o presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicação da técnica construtiva de taipa de pilão no Parque Pedra de Xangô, avaliando sua conformidade com as normas técnicas atuais. Como objetivos secundários, busca-se estudar a história e a evolução da técnica de taipa de pilão, com foco em sua aplicação na arquitetura brasileira, analisar o projeto executivo do Parque Pedra de Xangô, com ênfase na utilização da taipa de pilão, realizar um levantamento de campo para avaliar o estado atual da construção e identificar possíveis desafios ou problemas associados ao uso da taipa de pilão, e entrevistar profissionais envolvidos no projeto para obter informações sobre a escolha e a implementação da técnica de taipa de pilão.

Para alcançar esses objetivos, foram adotadas as seguintes metodologias: revisão bibliográfica, realizando uma breve revisão da literatura existente sobre a taipa de pilão, sua história, uso, benefícios e desvantagens; estudo de caso do Parque Pedra de Xangô, por meio de visitas ao local, observação, entrevistas com profissionais envolvidos na construção e manutenção do parque; e análise dos dados coletados para entender como a taipa de pilão é usada no Parque Pedra de Xangô e quais são seus impactos na construção e no ambiente. A conformidade da construção com as normas técnicas atuais para edificações utilizando taipa de pilão também será avaliada.

## 2. CONTEXTO HISTÓRICO DO USO DE SOLO NA CONSTRUÇÃO

As construções em terra crua, também conhecidas como construções de terra ou construções vernaculares, são uma forma antiga e amplamente difundida de arquitetura que data de milhares de anos. A utilização de elementos naturais, como terra, argila e palha, para construir habitações e estruturas é uma prática que se desenvolveu independentemente em várias partes do mundo devido à disponibilidade desses recursos locais. Segundo Girão (2009, *apud* Silva, 2000), “As construções em terra crua representam notadamente a perfeita harmonia do homem ao seu meio. Pois em cada lugar ela se apresenta com características próprias, conforme as exigências do clima e vegetação locais”. Com isso surgiu uma ampla diversidade de técnicas construtivas regionais aplicadas em diferentes condições climáticas e geográficas que contribuíram para a disseminação de construções arquitetônicas feitas com terra em diversas áreas, atendendo a uma ampla variedade de demandas estruturais e culturais ao longo da história. Segundo Hoffmann, Minto e Heise (2011, p.46):

As construções com terra em sua grande maioria são produzidas com um alto grau de conhecimento intuitivo por parte dos trabalhadores, e nos lugares onde existe histórico do conhecimento, estes são facilmente apreendidos por outros operários da construção civil. Além disso, aproximadamente um terço da população do nosso planeta vive hoje em construções de terra, o que mostra a nítida vocação do uso deste material para produção de habitações.

Esse conhecimento ancestral engloba várias formas, incluindo adobe, taipa, solocimento, entre outras. A utilização da terra como matéria-prima para construções surgiu da demanda de moradia dos seres humanos, dando origem às primeiras habitações, destacando o barro cru como um material estrutural excelente, devido às suas excelentes propriedades plásticas e construtivas, bem como à sua capacidade de aprimoramento físico e mecânico, que é relativamente simples. Na trajetória da humanidade, a arquitetura de terra desempenhou um papel fundamental na sobrevivência e no progresso, ganhando ampla aprovação dando origem a diversas maneiras de utilização por parte das pessoas, sendo utilizada principalmente em construções de caráter religioso.

A técnica de construção em taipa teve uma ampla e rica evolução ao longo da história, influenciando diversas regiões do mundo. Na China, o período dos Três Reinos marcou o início do desenvolvimento da construção em taipa, com sua presença tanto em monumentos imponentes quanto na arquitetura vernacular. A China se destacou como um país do Oriente onde a arquitetura em taipa atingiu uma notável diversidade e escala na construção, desempenhando um papel significativo em seu patrimônio arquitetônico.

Uma das principais edificações utilizando terra como principal material construtivo foi feita pelos antigos egípcios que utilizavam tijolos de adobe (uma mistura de barro e palha) para construir edifícios, como casas e templos, chegando até a pirâmide de Quéops (Figura 01).

**Figura 01: A Grande Pirâmide de Quéops**



**Fonte: Site Giza Pyramid (2023)**

A Grande Muralha da China (Figura 02) também é um exemplo marcante da utilização de técnicas de construção à base de terra, com muitos trechos construídos com terra compactada entre estruturas de madeira, tendo alguns trechos da Muralha edificada em taipa de pilão e, posteriormente, revestidas em pedra.

**Figura 02: Muralha da China, trecho em terra crua**



**Fonte: Site do CRATerre (2023)**

Diversas culturas indígenas das Américas, como os povos Pueblo nos Estados Unidos da América, usavam técnicas de construção com adobe e outros materiais naturais para criar

estruturas como casas, “kivas” (locais de cerimônia) e habitações em penhascos. Já arquitetura islâmica incorporou técnicas de construção à base de terra em várias partes do mundo, assim como a arquitetura berbere, que construía "Kasbahs" tradicionais usando adobe e taipa.

A arquitetura vernacular ainda emprega essas técnicas em muitas partes do mundo, sendo muito utilizada no Oriente Médio, África, Ásia Central e América Latina. No século XX houve um renascimento do interesse em técnicas de construção à base de terra, impulsionado por preocupações ambientais e sustentáveis, resultando em inovações modernas, como o sistema de hiperadores desenvolvido pelo arquiteto Nader Khalili. Segundo, Silva e Ximenes (2018 pag. 13):

Na Alemanha destaca-se a construção em taipa no período pós-segunda guerra Mundial, que ajudou a resolver o problema habitacional [...] de inúmeros refugiados com especial incidência na Alemanha de Leste. Este país que aderiu à construção em taipa a partir do século XVIII, nas regiões da Schleswig Holstein e Baixa-Saxônia, impulsionado pelos manuais franceses e pelas vantagens em termos de risco de incêndio que os edifícios em taipa apresentavam, recorreram de novo a esta técnica construtiva a partir de 1945 até 1955, sensivelmente.

Na região do Mediterrâneo, a taipa é uma técnica de construção comum em muitos países. Em alguns lugares, essa técnica foi abandonada ou sofreu modificações significativas, enquanto em outros países, ela continua sendo empregada, desempenhando um papel fundamental na preservação de edifícios históricos e na construção de novas estruturas, mantendo uma tradição artesanal e uma continuidade histórica na forma como as construções são realizadas.

No caso de Marrocos, a construção em taipa continua sendo uma realidade presente até os dias de hoje. Os edifícios históricos, como as “Kasbas” e “Ksars”, coexistem com a arquitetura contemporânea, compartilhando a característica da construção em terra como elemento comum. Essa técnica é particularmente prevalente no interior do país, embora seja menos comum na região costeira. A presença da arquitetura em taipa em Marrocos representa uma parte importante de sua herança arquitetônica e cultural, destacando a capacidade de adaptação e continuidade dessa técnica ao longo do tempo e em diferentes contextos geográficos e históricos.

Esses exemplos da rica história dos sistemas construtivos à base de terra demonstram como cada região e cultura adaptaram suas próprias técnicas e abordagens, considerando as condições locais e as necessidades de construção. Segundo Peixoto (2017),

As construções com terra são classificadas como uma tecnologia ecologicamente amigável, devido à reduzida emissão de carbono associada à fabricação dos materiais utilizados. No contexto do desenvolvimento sustentável, o interesse por essa abordagem de construção tem sido crescente e revitalizado na construção de edifícios.

No Brasil, a utilização de terra na construção civil tem uma história rica e diversificada, influenciada por fatores culturais, climáticos, geográficos e econômicos. Ao longo dos anos,

várias técnicas tradicionais de construção com terra têm sido empregadas no país, especialmente em regiões com disponibilidade desse material e em comunidades que valorizam práticas sustentáveis. Ao longo de toda sua história brasileira, os sistemas construtivos com terra mais usados são adobe, taipa de mão ou pau a pique e taipa de pilão. No entanto, é importante observar que, embora haja uma tradição de uso de terra na construção civil, essa prática pode ser mais comum em áreas rurais ou em comunidades que valorizam a arquitetura vernacular, já em áreas urbanas e em projetos de maior escala, a construção com terra pode enfrentar desafios em relação a regulamentações, normas de construção e aceitação pública. Segundo Hoffmann e Heise (2006, pag. 246):

No Brasil temos alguns monumentos de arquitetura de terra construídos no século XVII, como as poucas partes das muralhas de Salvador e muitos construídos no século XVIII, como a Igreja do Embu em São Paulo [...]. Podemos dizer, sem nos aprofundarmos sobre as origens da arquitetura e construção com terra no Brasil que ela adveio, como muito da cultura brasileira, da combinação das principais técnicas usadas no Alentejo com as trazidas pelos africanos, transformados em escravos, e com o conhecimento dos índios.

Durante a colonização portuguesa, as técnicas construtivas inicialmente refletiram os estilos europeus, com ênfase na utilização de materiais naturais locais, como madeira e terra, tendo como uma das principais técnicas construtivas utilizadas a taipa de pilão. No entanto, com o crescimento das cidades, especialmente no Nordeste do Brasil, começaram a surgir edifícios de pedra e tijolo. O uso do solo foi influenciado pelos recursos disponíveis na região, bem como pela mão de obra escravizada. Conforme, Santos (2015, pág. 80) sendo a igreja mais antiga do Brasil ainda em funcionamento, a Igreja dos Santos Cosme e Damião, foi erguida originalmente em taipa em 1535 na região metropolitana de Recife (Figura 03).

**Figura 03: Igreja dos santos Cosme e Damião**



**Fonte: site Diário de Pernambuco**

### 3. TÉCNICAS CONSTRUTIVAS À BASE DE TERRA

A terra consiste na porção granular que cobre parte da superfície da Terra, formada a partir da desintegração das rochas devido a processos naturais, como variações de temperatura, movimentos de geleiras, chuvas, rios, marés, ventos, terremotos, vulcões e atividades biológicas. O solo é constituído por diversas camadas com diferentes espessuras (Figura 04), que são discerníveis e são conhecidas como horizontes. Geralmente, para a construção com terra, a primeira camada de matéria orgânica, até cerca de um metro de profundidade, é removida, e a camada subsequente pode ser utilizada na construção.

**Figura 04: Camadas do solo**



**Fonte: Site Brasil Escola**

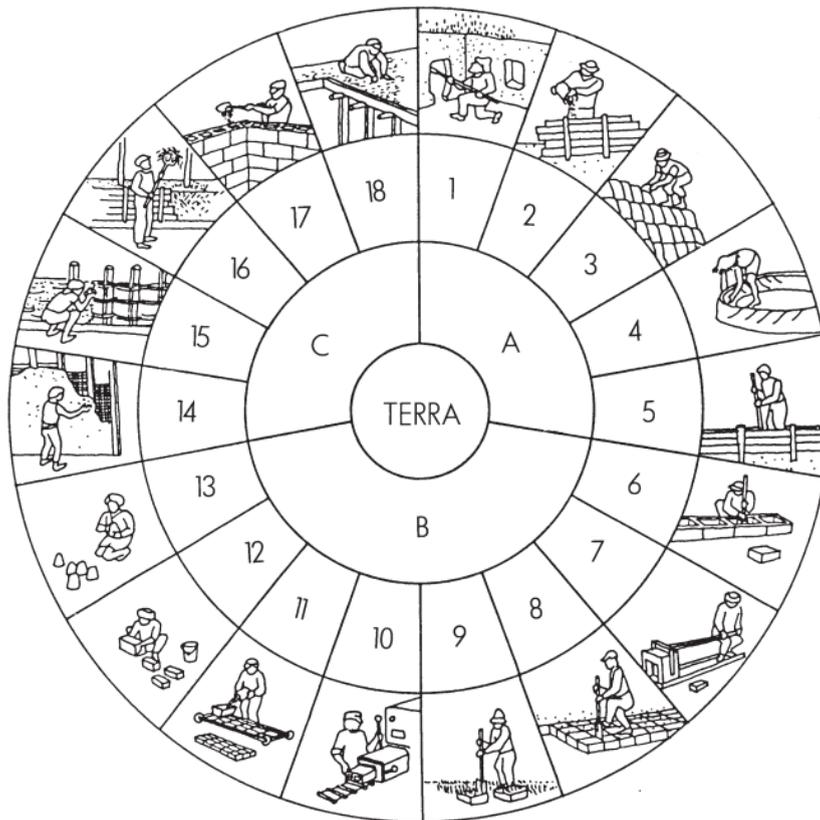
A terra crua pode ser usada como recurso de construção, pode ser extraída, amontoada, esculpida, compactada, moldada, talhada, moldada por extrusão, usada como material de enchimento, para revestimento, entre outras aplicações. Há várias maneiras diferentes de construir, e as técnicas construtivas podem variar de acordo com o tipo de solo disponível. Essas técnicas têm sido usadas em todo o mundo há milênios e continuam sendo uma abordagem importante para a construção de edifícios sustentáveis. De acordo com Felix e Mello (2006, p. 220):

Existem no mundo cerca de vinte técnicas tradicionais de construção de terra. Os três métodos principais baseiam-se no uso do adobe, da taipa de pilão e do pau-a-pique. Os adobes de solo estabilizado, como o solo-cimento, um método desenvolvido no século XX, é o único especificado por norma brasileira.

O Centro de Pesquisa e Aplicação em Terra (CRAterre) é um laboratório de pesquisa em arquitetura em terra fundado na França no ano de 1979, em uma tentativa de sistematizar as várias técnicas construtivas, em que se utiliza o solo como material principal na construção,

desenvolveu o diagrama das diferentes famílias de sistemas construtivos antigos e modernos (Figura 05), onde essas técnicas construtivas foram divididas em dezoito tecnologias, agrupadas em três grandes famílias diferente.

**Figura 05: Diagrama das diferentes famílias de sistemas construtivos antigos e modernos**



**Fonte: Site CRATerre**

Diagrama das diferentes famílias de sistemas construtivos antigos e modernos		
FAMILIA (A)	FAMILIA (B)	FAMILIA (C)
FORMA MONOLÍTICA E PORTANTE	FORMA DE ALVENARIA PORTANTE	FORMA ENCHIMENTO DE UMA ESTRUTURA DE SUPORTE
01. Terra Escavada 02. Terra Plástica 03. Terra Empilhada 04. Terra Modelada 05. Terra Prensada	06. Blocos Apiloados 07. Blocos Prensados 08. Blocos Cortados 09. Torrões de Terra 10. Terra Estruídas 11. Adobe Mecânico 12. Adobe Manual 13. Adobe Moldado	14. Terra de Recobrimento 15. Terra Sobre Engradado 16. Terra Palha 17. Terra de Enchimento 18. Terra de Cobertura

Família (A); Forma monolítica e portante: Esta família compreende a elevação *in loco*, onde não existe separação entre o material e a técnica construtiva. Refere-se a uma abordagem de construção que combina a criação de elementos estruturais contínuos e sólidos, moldados *in loco* (monolíticas), com o uso de paredes de alvenaria portante para sustentar as cargas verticais e proporcionar estabilidade a edificação. Essa combinação pode ser eficaz na criação de edifícios robustos e duráveis. No entanto, é importante notar que a aplicação exata e os detalhes de construção podem variar dependendo do projeto e das especificações locais. Nesta família temos cinco importantes tecnologias: Terra escavada, Terra plástica, Terra empilhada, Terra moldada e Terra prensada.

Família (B); Forma de alvenaria portante: Alvenaria portante é um tipo de construção que utiliza blocos de alvenaria para suportar as cargas verticais e horizontais de uma estrutura. Essa técnica é amplamente utilizada na construção civil e é conhecida por sua resistência e durabilidade. “Esta família compreende a manufatura prévia de unidades em terra, que após a secagem são utilizadas na construção. Com estes módulos ou unidades podem ser elevadas paredes em diversos aparelhos, arcos, cúpulas e abóbadas” (Fernandes, s. d.). A família das alvenarias portantes é constituída por oito técnicas construtivas diferentes: Blocos Apilados, Blocos Prensados, Blocos Cortados, Torrões de Terra, Terra Estruídas, Adobe Mecânico, Adobe Manual e Adobe Moldado.

Família (C); Forma enchimento de uma estrutura de suporte: Este grupo de técnicas envolve a incorporação da terra como um componente secundário em processos de preenchimento ou revestimento de diferentes estruturas. Historicamente, essas estruturas de suporte eram predominantemente construídas com madeira ou outros recursos vegetais, como canas, bambu e similares. No contexto da arquitetura moderna, tem-se observado uma ampla exploração dessas técnicas, incluindo o uso de materiais inorgânicos adicionais na construção de estruturas de suporte. Dentro dessa categoria, foram identificadas cinco técnicas distintas: Terra de Recobrimento, Terra Sobre Engradado, Terra Palha, Terra de Enchimento e Terra de Cobertura.

### 3.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS MAIS UTILIZADOS

Entre as diversas tecnologias de construção que utilizam a terra como base, existem quatro técnicas específicas que se destacam. Essas técnicas são escolhidas por uma variedade de razões. Primeiramente, elas são notáveis pela sua praticidade no processo de construção. Além disso, as características físicas e térmicas dessas técnicas as tornam particularmente atraentes. Por fim, é importante notar que essas técnicas são normatizadas em algumas partes do mundo, o que contribui para a sua popularidade e adoção.

#### 3.1.1 Adobe

O adobe, um método de construção com terra que remonta à antiguidade consiste na combinação de terra, areia, água e fibras (como palha, fibras sintéticas ou excrementos secos de animais) para formar tijolos de terra crua. Estes são secos ao sol e posteriormente empilhados e unidos com argamassa de terra ou comum (Figura 06). A durabilidade dos edifícios de adobe

os torna adequados para climas secos. Esta técnica milenar é ainda amplamente utilizada, especialmente em regiões áridas ou semiáridas, como o sudoeste dos Estados Unidos, América Latina, Oriente Médio e norte da África, devido à sua simplicidade e à disponibilidade de materiais. No Brasil, a produção de adobe e a execução da alvenaria são normatizadas pela ABNT NBR 16814:2020 (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que também estabelece métodos de ensaio para a caracterização física e mecânica do material.

**Figura 06: Blocos de adobe**



**Fonte: Site Museu de Caculé. Disponível em:**

**<https://museudecacule.wordpress.com/2016/03/01/construcao-em-adobe/>. Acesso em 06 de ago. 2023**

### **3.1.2 Hiperadobe**

O hiperadobe é uma técnica de construção sustentável que foi desenvolvida pelo arquiteto iraniano-americano Nader Khalili na década de 1980. Essa técnica utiliza sacos cheios de terra ou solo estabilizado com cimento e arame farpado para construir estruturas resistentes e duráveis. O nome "hiperadobe" é uma combinação das palavras "hiper" (que denota sua eficiência) e "adobe". A técnica hiperadobe utiliza sacos de propileno (um polímero, termoplástico, derivado do propeno (plástico) reciclável) como forma para criar paredes e estruturas. O enchimento pode ser terra local, adobe, cascalho ou qualquer material granular disponível na área de construção. Os sacos são preenchidos com o material escolhido e dispostos em camadas concêntricas ou espirais, semelhantes a tijolos, criando uma estrutura de parede (Figura 07).

**Figura 07: Alvenarias de Hiperadobe**



Fonte: Site SustentArqui. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/hiperadobe-o-que-e-vantagens/>. Acesso em 06 de ago. 2023

### **3.1.3 BTC (Blocos de Terra Comprimida)**

Os blocos de terra comprimida, também conhecidos como BTC (Bloco de Terra Comprimida) são unidades de construção feitas a partir da compactação de solo com uma pequena quantidade de cimento Portland e água (Figura 08). A compactação é realizada por meio de prensas hidráulicas, compactadores manuais ou máquinas similares fazendo com que a pressão aplicada compacte o solo-cimento. Depois de serem compactados, os blocos são deixados para maturar e adquirir resistência. Isso inclui a manutenção da umidade nos blocos por um período determinado, assegurando que o cimento tenha o tempo necessário para passar pelo processo de hidratação e fortalecer a estrutura, tornando-os sólidos e resistentes.

**Figura 08: Blocos de Terra Comprimida.**



Fonte: Site da Ensin. Disponível em: <https://ensin-e.edu.br/arquitetura-e-construcao-com-terra-alternativa-sustentavel/>. Acesso em: 06 de out. 2023

### 3.1.4 Taipa

A técnica construtiva da taipa é um método antigo de construção de paredes e estruturas usando materiais naturais, como terra crua, argila, areia e palha. A taipa é uma das técnicas mais antigas de construção de habitações e tem sido usada em várias partes do mundo ao longo da história. Essa técnica tem uma série de variações como; taipa de mão que dependendo da sua região pode variar por taipa de sopapo ou Pau-a-Pique, formigão que é a taipa com adições de pedregulhos, cal e rochas, e a taipa militar que tem adição de cal em sua composição (Figura 09).

**Figura 09: Pannel feito em Taipa de Pilão**



**Fonte: Site Taipal Brasil. Disponível em: <http://taipal.com.br/obras-realizadas/taipa-concreto/casa-brasilia-numero-1-arquitetura/>. Acesso em 06 de ago. 2023.**

Embora as técnicas construtivas à base de terra sejam antigas, elas continuam a ser relevantes no mundo moderno, ainda hoje são usadas em projetos residenciais, comerciais e até mesmo em edifícios públicos, além disso, a construção com terra está passando por um renascimento no campo da construção sustentável, com inovações como blocos de terra comprimida com solo-cimento, que aumentam a durabilidade e a resistência.

## 4. TAIPA DE PILÃO

A taipa é uma técnica construtiva em que uma mistura de terra, água e/ou algum material aglomerante é compactada em formas removíveis denominadas de taipal, para formar paredes sólidas. Segundo (Corona e Lemos, 1972 *apud* Oliveira, 2012, p.18), o termo taipa, genericamente empregado, significa a utilização de solo, argila ou terra como matéria-prima básica de construção. A origem, provavelmente árabe do vocábulo, entrou para a língua portuguesa por influência mourisca. Essa técnica foi amplamente usada em diferentes partes do

mundo, incluindo a Europa, África, Ásia e nas Américas, a taipa de pilão consiste na construção de paredes maciças, monolíticas, pelo apiloamento de pequenas camadas sucessivas de terra, contidas em formas de madeira, aço ou placas de fibras sintéticas, chamada taipais. De acordo com Peixoto, Souza e Rezende (2016, p. 147):

A taipa de pilão pode ser encontrada em todos os continentes, sendo utilizada pelas mais diversas culturas. Ela foi introduzida pelos árabes, na região do Algarve, em Portugal, sendo posteriormente trazida ao Brasil, pelos colonizadores, e muito utilizada em vilas e cidades do litoral e no estado de São Paulo. A técnica foi amplamente utilizada nos primeiros séculos de colonização, especialmente em regiões menos ricas em pedras. Primeiramente foi empregada no estado de São Paulo, e ao ser adaptada às condições do Planalto de Piratininga, apresentava algumas alterações em relação à luso-árabe, tais como a eliminação de alicerces e baldrames de pedra.

Os povos africanos que foram escravizados, que usavam essa técnica construtiva em seus países de origem, também deram sua contribuição para a difusão do uso da terra crua no Brasil. Até meados do século XIX a taipa de pilão era muito utilizada na Europa, principalmente na França onde levava o nome de pisé.

De acordo com o pesquisador, historiador e bibliotecário Rubens Borba de Moraes, os primeiros indícios do uso da técnica da taipa de pilão no Brasil remontam ao período colonial. A técnica foi inicialmente aplicada no Rio de Janeiro durante a visita da frota de Martin Afonso de Souza em abril de 1531.

Em território brasileiro essa tecnologia foi principalmente introduzida nas regiões interioranas do país, especialmente em Goiás e no território mineiro, e em parte do litoral, vale a pena lembrar que as muralhas da cidade de Salvador eram em taipa, assim como a casa forte construída por Caramuru em 1540 (primeira arquitetura mais duradoura levada a efeito no Brasil) por conta da exploração dos bandeirantes, portugueses e paulistas, que partiam de São Paulo e São Vicente em direção ao interior do Brasil em busca de riquezas.

A taipa de pilão brasileira encontrada no período colonial era executada com o solo retirado de jazidas próximas, em consequência da dificuldade de locomoção do solo mediante ao alto volume do material. “As argilas eram escolhidas pelo próprio taieiro, que conhecia de forma empírica as propriedades físicas do material e do componente construtivo, selecionando-as com o tato e visualmente.” (Pisane, 2004, p.10). Segundo Schmidt (1946):

Os solos mais adequados para a preparação de massas ou argamassas para a construção de taipas eram os de coloração vermelha, seguidos pelos solos roxos e pardos, devido à sua maior capacidade de proporcionar uma consistência adequada. Além disso, é importante que esses solos estejam livres de partículas de areia ou pedregulhos, bem como de matéria orgânica, como húmus, gravetos e resíduos vegetais, pois esses elementos podem comprometer a resistência final do material.

No período de 1850 a 1900, a diminuição da mão de obra escravizada, a chegada de imigrantes europeus e a evolução do trabalho assalariado contribuíram para o avanço das técnicas de construção. O aumento das exportações de café proporcionou a aquisição de equipamentos estrangeiros, permitindo aos construtores a aplicação de técnicas inovadoras. De acordo com Leal (1977 *apud*, Sato, 2011, p. 03)

Essa técnica surgiu nos primeiros séculos da colonização, mas desapareceu quase por completo no século XIX, com exceção de algumas regiões pobres em pedras e com dificuldade de obtenção de cal. Era empregada nas construções de casarões, mosteiros e igrejas, isso há mais de 250 anos.

Durante o século XX, o interesse na construção com solo ressurgiu com o movimento da arquitetura sustentável e a busca por métodos de construção mais ecológicos, pode ser atribuído a várias razões: Preocupações ambientais, a busca por técnicas de construção mais sustentáveis e a redescoberta de métodos tradicionais de construção. No início do século XX, os arquitetos Le Corbusier e Frank Lloyd Wright incorporaram a técnica da alvenaria de taipa de pilão em seus projetos arquitetônicos. Após as Primeira e Segunda Guerras Mundiais, na Europa, a taipa passou a ser considerada como uma alternativa devido à escassez de materiais de construção convencionais.

Porém no século XXI, a arte ancestral da taipa de pilão tem sido revitalizada e reinventada, marcando uma nova era na produção de elementos arquitetônicos. Este renascimento tem sido impulsionado por avanços significativos na mecanização do processo, tornando-o mais eficiente.

Empresas especializadas, como a Taipal Brasil, estão na vanguarda desta revolução, explorando e aprimorando técnicas rigorosas para a construção com terra. Estas inovações têm permitido a criação de estruturas mais duráveis e sustentáveis, que respeitam o meio ambiente enquanto proporcionam conforto e beleza.

Um marco importante para a consolidação desta técnica foi a implementação de uma nova norma a NBR 17014 (ABNT, 2022). Esta norma pode se tornar um catalisador para a disseminação da taipa de pilão em todo o território nacional, estabelecendo padrões de qualidade e segurança que aumentam a confiança nesta forma de construção.

Um exemplo notável deste progresso é o Parque Pedra de Xangô, localizado na cidade de Salvador, na Bahia. Este parque, que emprega a taipa de pilão como sua principal tecnologia construtiva, é um testemunho do potencial desta técnica. Através da combinação de métodos tradicionais e inovações modernas, o Parque Pedra de Xangô é um símbolo do futuro da construção sustentável no Brasil.

#### 4.1 PROCESSO CONSTRUTIVO

A técnica construtiva de taipa de pilão representa um método construtivo empregado na realização de alicerces e paredes. Nesse procedimento, o solo passa por um processo de

adequação e compactação. Em muitos casos, é incluído um tipo de ligante durante a preparação do solo para aprimorar ainda mais os aspectos estruturais, na maioria das situações é realizada no local da construção, ou seja, é fabricada diretamente no canteiro de obras, conseqüentemente, é fundamental detalhar todas as etapas envolvidas nesse processo de fabricação, uma vez que o êxito da construção depende delas (Figura 10).

**Figura 10 :Esquema do processo de produção da taipa de pilão**



**Fonte: Livro Técnicas de construção com Terra**

A matéria-prima essencial para a fabricação da taipa consiste em terra, à qual se acrescenta uma quantidade mínima de água. Contudo, nem todo tipo de solo é apropriado para as taipas, em razão disso, é crucial ter conhecimento das principais características da terra e das opções disponíveis para tornar viável o uso de uma terra em específico que naturalmente, não seja completamente apropriada, seja por meio de ajustes na granulometria ou pela incorporação de aglomerantes e outros materiais. Conforme Hoffmann, Minto e Heise (2011, p. 49)

As principais características físicas da terra para seu uso na taipa são a distribuição granulométrica, os índices de plasticidade e a curva de compactação. Elas indicam a necessidade de correção granulométrica, termo dado quando se misturam solos de diferentes características, ajudam a decidir sobre o uso de aglomerante apropriado e determinam a umidade de compactação.

A produção da taipa envolve a compactação de camadas de solo ao longo de um processo gradativo. Antes de iniciar a construção, é fundamental compreender as propriedades físicas e químicas do solo, uma vez que essas informações influenciarão a decisão de ajustar a distribuição de partículas do solo, por exemplo, adicionando areia ou saibro, e escolher o tipo de aglomerante adequado para a estabilização. Isso ocorre porque cada material aglomerante reage de maneira única em resposta à composição mineralógica do solo. De acordo com Silva (2021, p. 25)

O solo mais adequado para construção com taipa requer uma maior quantidade de areia, e uma curva granulométrica bem distribuída, para obter uma massa específica maior na compactação. A quantidade de água ideal para lubrificar todas as partículas do solo sem ocupar os espaços entre elas é determinado pela curva de compactação.

#### **4.1.1 Extração do solo**

A retirada da terra ocorre nas proximidades ou nas imediações do local de construção. Durante o processo de extração, a terra é geralmente retirada a uma profundidade de pelo menos 80 centímetros, ou até que não haja mais matéria orgânica misturada ao solo. Essa extração é realizada de forma manual, utilizando ferramentas como pá, enxada e picareta. O transporte do solo até o local da construção é efetuado manualmente ou de forma mecânica, seja por meio de um carrinho de mão, recipientes como baldes ou até mesmo se necessário um caminhão ou uma caçamba.

A escolha do solo é pautada na análise granulométrica, seguindo com a moldagem de alguns corpos de prova para observação do seu comportamento físico, como retração e esfarelamento. É fundamental que sejam realizados testes no próprio canteiro de obra para que ocorra a identificação da porcentagem de argila e areia; um ensaio indispensável é o teste de granulometria, para determinar se há necessidade de adição de algum aglomerante ou se é preciso a correção granulométrica.

#### **4.1.2 Procedimento de dosagem do traço**

Conforme mencionado anteriormente, não é adequado utilizar qualquer tipo de solo na construção da parede de taipa de pilão. Antes de iniciar a produção, é aconselhável realizar testes para determinar a composição e resistência do solo. Esses testes são conduzidos no próprio local de construção. Uma vez que as características do solo são conhecidas, é possível escolher o tipo de estabilizante e as quantidades adequadas.

A estabilização ocorre em uma área designada no canteiro de obras, onde o solo é disposto em algum recipiente sendo misturado utilizando pás e enxadas, juntamente com estabilizantes e água, até obter uma mistura uniforme. Além de ajustar a proporção de areia e argila, os estabilizantes mais comuns incluem o cimento Portland, fibras naturais ou sintéticas, e a cal.

#### **4.1.3 Montagem das taipas**

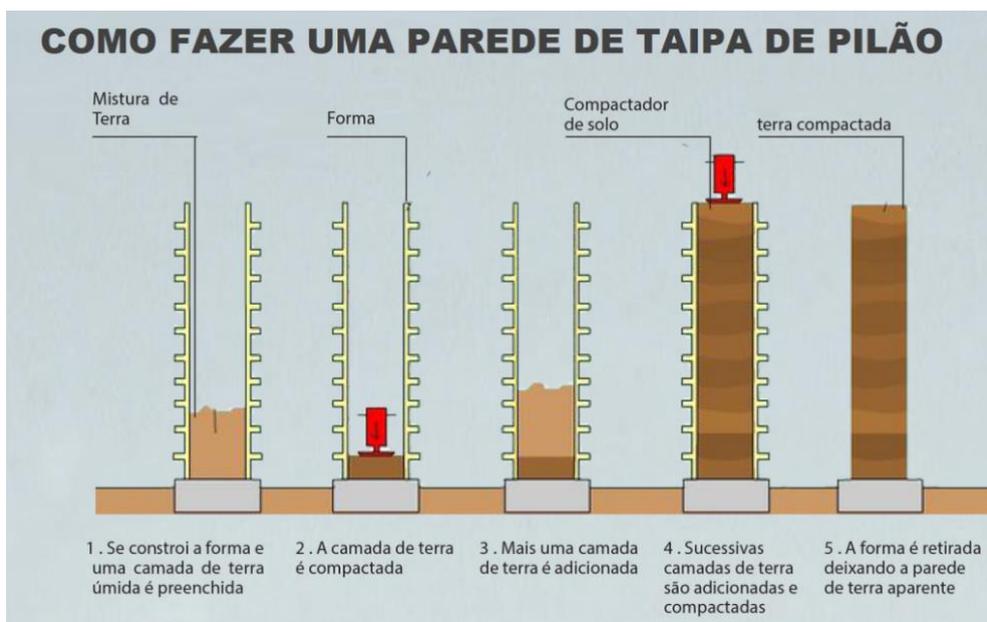
A construção das paredes de taipa de pilão requer uma base sólida, tipicamente composta por pedras encaixadas unidas por uma argamassa de terra ou por uma base de concreto armado. Essa base é concebida como uma sapata corrida nivelada, que serve como o apoio integral para as paredes de taipa de pilão. Essa estrutura começa abaixo do solo e se estende acima dele com um elemento conhecido como baldrame, cuja finalidade é evitar que a água seja absorvida pelas paredes através de capilaridade quando estão em contato direto com o solo. Para aprimorar a aderência entre a fundação e as paredes, bem como reforçar a estabilidade, podem ser inseridas peças de bambu ou madeira que são fixadas verticalmente no topo das fundações.

Após realização da fundação é dado seguimento ao levante das alvenarias de taipa com a montagem dos taipais. O taipal consiste em duas placas formadas por tábuas que são unidas

por montantes e espaçadas com separadores e travessas que determinam a largura da parede. Essa estrutura é fixada no lugar com cunhas na parte inferior e torniquetes na parte superior, e as extremidades são vedadas com tábuas laterais. A primeira fileira do taipal é montada com as travessas apoiadas na parte superior da fundação, assegurando que esteja vertical e nivelada. Após o preenchimento da primeira fileira do taipal, outra fileira é instalada sobre ela, seguindo as orientações do taipal inferior em termos de verticalidade e nível.

Embora haja casos em que as fileiras do taipal podem ser movidas para frente, isso não garante a verticalidade correta da parede. O processo de preenchimento e compactação é repetido até que o novo taipal esteja concluído. O taipal inferior é então desmontado, começando com a remoção dos torniquetes, seguida pelas cunhas, tábuas laterais e molduras, enquanto as travessas podem ou não ser retiradas. O taipal inferior é reinstalado na parte superior da parede em construção, e esse processo é repetido sucessivamente até alcançar a altura desejada para a parede (Figura 11).

**Figura 11: Processo de execução das paredes de taipa de pilão.**

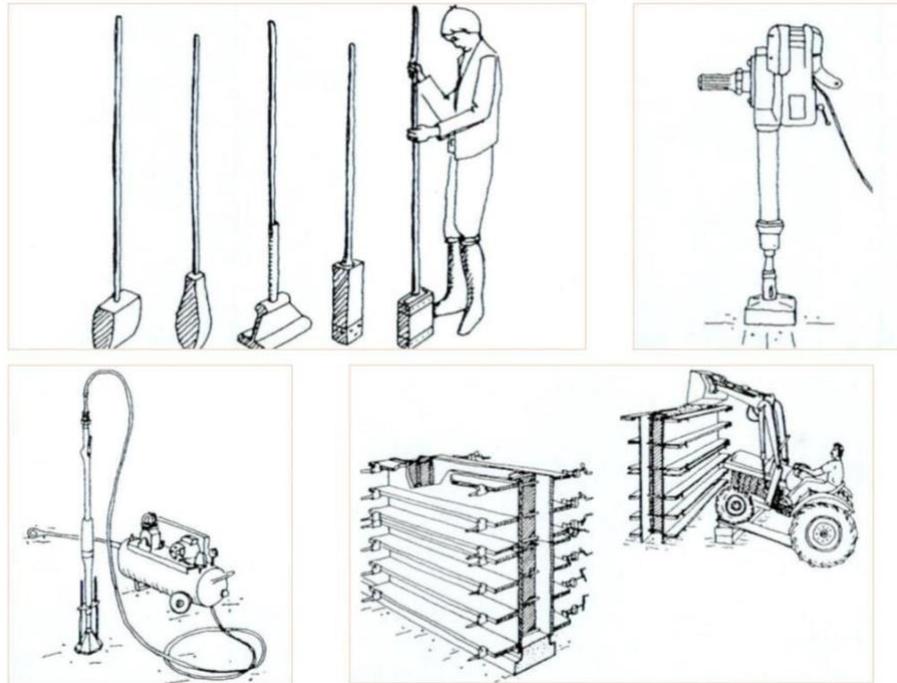


**Fonte: Site SustentArqui**

O transporte do solo até o taipal é feito manualmente, utilizando carrinhos de mão e recipientes, como baldes, que depositam a terra no espaço entre os taipais até atingir uma altura de 15 cm. Em seguida deve-se fazer a compactação que é preciso ser realizada de forma consistente, em camadas de volume específico. O controle da umidade da mistura deve ser encargo tanto do operador do equipamento de mistura quanto daquele que acomoda a mistura na forma. As opções de equipamentos de compactação incluem pilões manuais, compactadores pneumáticos ou placas vibratórias (Figura 12). Sempre é necessário monitorar o nível de compactação para garantir camadas uniformes, evitando a compactação excessiva, que pode

prejudicar a camada subjacente, bem como a compactação insuficiente, que pode resultar na desintegração do material após a remoção da forma.

**Figura 12: Equipamentos de compactação**



**Fonte: Dissertação de Mestrado (Edificações em terra: processo de produção e evolução da taipa).**

A compactação começa nos cantos antes de se mover para o centro. Esse procedimento é concluído quando se ouve um som metálico resultante dos golpes do pilão na terra. A camada compactada atinge uma altura de aproximadamente 10 centímetros. Para facilitar a aderência entre as camadas, sulcos são criados no topo da camada compactada antes de receber a camada subsequente. Esse processo é repetido até que todo o espaço entre os taipais seja preenchido. As camadas, compactadas sucessivamente uma sobre a outra, se transformam em uma parede única e autoportante.

#### **4.1.4 Desenforma e secagem das taipas**

A forma pode ser desmontada logo após a conclusão da compactação da mistura, porém, esse procedimento deve ser realizado com extrema cautela a fim de evitar danos à superfície da taipa. É fundamental proteger a taipa desformada contra as intempéries até que uma inspeção seja devidamente realizada. A etapa de cura deve ser executada exclusivamente na taipa que contenha o estabilizante, seguindo rigorosamente as recomendações estipuladas para o tipo de

estabilizante empregado. Caso o projeto estrutural não inclua orientações específicas ou o estabilizante utilizado seja o cimento, a cura deve ser mantida por um período mínimo de sete dias. Após a desforma, e visando assegurar a capacidade da taipa de suportar as demais cargas que atuarão sobre a edificação, é imprescindível que a taipa possua, no mínimo, 14 dias de idade e esteja seca ao toque. No entanto, se a taipa contiver um estabilizante e não houver diretrizes estabelecidas pelo projeto estrutural, o período mínimo de idade para a taipa deve ser estendido para 28 dias.

De modo geral, o processo de produção das paredes envolve a desagregação do solo, secagem, peneiramento, adição do ligante quando necessário, incorporação de água até atingir o ponto ideal de umidade, colocação na forma, também conhecida como molde ou taipal, e, por fim, compactação até alcançar a massa específica máxima, utilizando compactadores manuais ou mecânicos.

#### 4.2 NORMA 17014:2022

A norma 17014; Taipa de pilão: Requisitos, procedimentos e controle, teve a sua primeira edição publicada em janeiro de 2022, pela ABNT . Na criação desta norma, foram consultadas diretrizes e padrões internacionais que tratam do processo de construção com terra e do controle de qualidade na construção. Essas diretrizes incluem as normas e regulamentos da Alemanha, Austrália, Espanha, Estados Unidos, França, Nova Zelândia, Peru e Zimbábue.

Este regulamento define os critérios e os termos gerais que devem ser seguidos ao realizar, controlar e aprovar a construção de taipa de pilão. É importante observar que esta norma não é aplicável a paredes que suportam principalmente cargas horizontais, como muros de arrimo e paredes de contenção. A norma em questão teve como base as seguintes referências normativas; segundo a ABNT:

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este Documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 6457, Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;

ABNT NBR 6459, Solo – Determinação do limite de liquidez;

ABNT NBR 7180, Solo – Determinação do limite de plasticidade;

ABNT NBR 7181, Solo – Análise granulométrica;

ABNT NBR 7182, Solo – Ensaio de compactação;

ABNT NBR ISO 7500-1, Materiais metálicos - Calibração e verificação de máquinas de ensaio estático uniaxial – Parte 1:

Máquinas de ensaio de tração/compressão – Calibração e verificação do sistema de medição da força;

ABNT NBR 8681, Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;

ABNT NBR 12023, Solo-cimento – Ensaio de compactação;

ABNT NBR 12024, Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos – Procedimento;

ABNT NBR 15220-4, Desempenho térmico de edificações – Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade N pelo princípio da placa quente protegida;

ABNT NBR 15220-5, Desempenho térmico de edificações – Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluxímetro;

ABNT NBR 15575-1, Edificações habitacionais - Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais;

ABNT NBR 15575-2, Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;

ABNT NBR 15575-4, Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;

ABNT NBR 15900-1, Água para amassamento do concreto – Parte 1: Requisitos;

ABNT NBR 16097, Solo – Determinação do teor de umidade – Métodos expeditos de ensaio;

ABNT NBR 16814:2020, Adobe – Requisitos e métodos de ensaio

ABNT NBR 16868-3, Alvenaria estrutural – Parte 3: Métodos de ensaio;

#### **4.2.1 Exigências postas pela norma**

A qualidade do solo desempenha um papel fundamental na construção de estruturas sólidas e duráveis. De acordo com as normas estabelecidas pelas ABNT, a terra a ser utilizada na construção de taipas deve cumprir rigorosas especificações para garantir o sucesso do empreendimento.

As normas NBR 6457, NBR 6459, NBR 7180 e NBR 7181 delineiam critérios que devem ser estritamente seguidos, a fim de atender às características necessárias para o solo da taipa. Estas especificações incluem:

100% de material que passe na peneira com abertura de malha de 50 mm para a taipa com espessura maior que 20 cm: Isso garante que o solo seja livre de partículas maiores, proporcionando estabilidade às taipas mais espessas.

100% de material que passe na peneira com abertura de malha de 19 mm para a taipa com espessura entre 12 cm e 20 cm: Para taipas de espessura intermediária, a terra deve ser constituída exclusivamente por partículas menores.

20% a 35% de material que passe na peneira com abertura de malha de 0,075 mm: A presença controlada de partículas finas de argila e silte contribui para a coesão do solo.

Limite de liquidez  $\leq 50\%$ : Este limite estabelece um ponto crítico para evitar excessiva plasticidade no solo, tornando-o difícil de trabalhar.

Índice de plasticidade  $\leq 25\%$ : Este índice limita ainda mais a plasticidade do solo, garantindo que ele seja adequado para a construção de taipas.

Para atender a essas especificações, a composição granulométrica do solo pode ser ajustada através da adição de areia ou da mistura de diferentes tipos de terra. No entanto, é importante notar que a terra não deve conter matéria orgânica em decomposição ou apresentar presença de sais solúveis. A presença desses elementos pode comprometer a estabilidade da taipa.

A qualidade da mistura utilizada na execução da taipa é de extrema importância para garantir a durabilidade e a resistência da estrutura. Seguindo as normas estabelecidas pela ABNT, a composição da mistura deve atender a requisitos específicos.

O requisito de massa específica aparente seca ( $\gamma_d$ ) deve ser igual ou superior a 1,750 g/cm<sup>3</sup>, levando em consideração o teor de umidade ( $w$ ) de compactação obtido a partir da curva de compactação, de acordo com a ABNT NBR 7182, para a energia normal de compactação. Esse processo assegura que a mistura atinja a densidade necessária para uma taipa de qualidade.

No caso em que o cimento é utilizado como estabilizante na mistura, é necessário seguir os procedimentos estabelecidos pela NBR 12023 para determinar a curva de compactação. Isso garante que a adição de cimento seja feita de maneira adequada, melhorando a resistência da mistura.

A resistência à compressão simples da mistura compactada deve ser avaliada em corpos de prova cilíndricos ou prismáticos. Esses corpos de prova devem ser ensaiados atendendo ao requisito de valor individual de resistência à compressão simples ( $f_c$ ) igual ou superior a 1,3 MPa. Essa etapa é fundamental para garantir que a taipa seja capaz de suportar as cargas e pressões esperadas.

Além disso, a erosão por gotejamento da mistura compactada deve ser avaliada em corpos de prova prismáticos. Os valores individuais da profundidade da erosão ( $per$ ) não devem ultrapassar 15 mm, e a profundidade da penetração da água (PPA) deve ser inferior a 120 mm. Ao término do ensaio, a superfície ensaiada não pode apresentar padrões de fissuras irregulares, padrões de fissuras radiais a partir do ponto de gotejamento e uma maior dimensão da área erodida ( $Par$ )  $> 50$  mm.

Quanto às instalações hidrossanitárias e elétricas em taipa, é aconselhável que sejam instaladas externamente às paredes sempre que possível. No entanto, se for necessário embuti-las na taipa, as normas estabelecem as seguintes orientações:

- Elaborar o projeto das instalações hidro sanitárias de modo a prevenir danos na taipa;

- Posicionar antecipadamente as tubulações rígidas dentro da forma, permitindo a compactação posterior da mistura, mas limitando-se a até um terço da espessura da taipa.
- No caso de embutimento posterior, efetuar a abertura de sulcos na taipa durante o processo de secagem e seguir os procedimentos adequados para o fechamento e acabamento dessas aberturas.

Portanto, a caracterização adequada da terra de acordo com as normas da ABNT e a observação rigorosa dessas diretrizes são essenciais para assegurar a qualidade e durabilidade das taipas em qualquer empreendimento de construção.

## **5. PARQUE PEDRA DE XANGÔ**

O Parque Rede Pedra de Xangô, é uma joia urbana incorporada ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de 2016, e surgiu como um farol de esperança e resiliência em resposta às demandas da comunidade do Candomblé, acadêmicos e grupos sociais. Este parque foi meticulosamente projetado para proteger e preservar o rico patrimônio natural encontrado no Vale da Avenida Assis Valente. A Pedra de Xangô não é apenas notável por sua localização estratégica, mas também por sua importância como um símbolo de fé e tradição. O espaço ao redor da Pedra de Xangô é um palco para a celebração da vida e da espiritualidade, acolhendo grandes encontros, festividades e celebrações religiosas. Este vale é um mosaico de locais sagrados que, juntos, formam uma rede de profundo significado cultural e espiritual. No coração desta rede está a Pedra de Xangô, um monumento natural e sagrado que serve como um ponto focal para a comunidade. De acordo com Cunha e Silva;

O processo de concepção e edificação do equipamento de apoio do Parque Pedra de Xangô precisou compreender as perspectivas e narrativas afro-centradas. Era preciso criar um espaço corrente de axé circunscrito à pedra, articulado com uma política mais ampla de preservação, pois trata-se de um sítio natural sagrado. Um monumento natural, deificado pela tradição religiosa afro-brasileira trabalhar com terra foi uma das opções encontradas.

A técnica vernacular da taipa de pilão empregada na edificação do equipamento, dialoga perfeitamente com a paisagem cultural e natural, promovendo a conexão com o Sagrado que habita o lugar e o corpo dos adeptos das religiões de matriz afro-brasileiras [...].

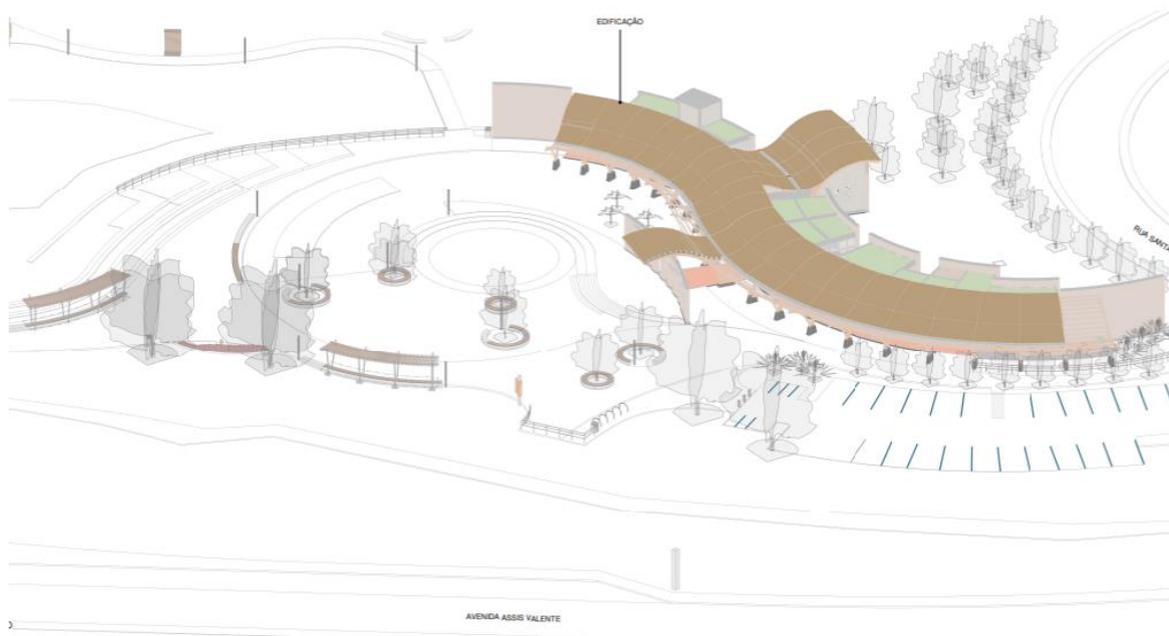
O Parque Rede Pedra de Xangô é, portanto, mais do que apenas um espaço verde; é um local de devoção, um santuário de resiliência e um testemunho do poder da comunidade. É um lembrete vívido de como a interação harmoniosa entre a comunidade e o ambiente pode resultar em algo verdadeiramente extraordinário.

## 5.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

Segundo a FFA Arquitetura e Urbanismo, o escritório que projetou o parque, o partido arquitetônico do Parque Pedra de Xangô materializa o conceito que permeou toda a concepção do projeto ao acompanhar a forma das curvas da encosta e utilizar materiais ligados a simbologia do ambiente: paredes construídas em taipa de pilão, tijolo ecológico e pilares metálicos, referências a elementos relacionados Terra e ao Orixá Xangô. Nesse espaço foram projetadas uma sala multiuso, área para exposição de trabalhos, administração do Parque, sanitários e um espaço destinado à comercialização de comidas e artesanatos. Segundo Silva e Cunha (2021).

A escolha do local visa minimizar o impacto visual na Pedra de Xangô e na paisagem circundante, aproveitando uma plataforma terraplenada do terreno (Figura 13). O projeto utiliza materiais naturais e de baixo impacto ambiental, como paredes de terra crua, pedra natural, madeira e aço. A fachada principal voltada para o nordeste, norte e leste é projetada para proteger a varanda da radiação solar direta, enquanto a fachada oposta que é voltada para o sudoeste, oeste e sul possui paredes de taipa de pilão com alta inércia térmica para proteger os ambientes internos da radiação solar poente. Para melhorar o conforto térmico e reduzir o consumo de energia, o projeto inclui ventilação cruzada e aberturas estrategicamente posicionadas para criar um "efeito chaminé".

**Figura 13: Perspectiva da Edificação**



**Fonte: Prancha ARQ-A-006 do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô**

Além disso, a edificação incorpora o aproveitamento de águas pluviais e energia solar por meio de painéis fotovoltaicos. Essas medidas visam promover a sustentabilidade, a integração paisagística e o conforto térmico na edificação. A organização do *layout* do

programa é estruturada em torno da parede de taipa de pilão, que desempenha o papel de "espinha dorsal" e serve como elemento fundamental na construção proposta, evocando fortemente arquiteturas vernaculares (Figuras 14 e 15). De um lado dessa parede, há uma circulação aberta e avarandada, que desempenha um papel na exposição e fornece acesso à edificação. Do outro lado, estão os espaços que requerem controle de acesso; a entrada principal é através do foyer/exposição, que direciona os fluxos de funcionários e visitantes. A varanda também proporciona acesso à loja, lanchonete, banheiros e exposição ao ar livre.

**Figura 14: Perspectiva da fachada nordeste**



**Fonte: Prancha ARQ-A-006 do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô**

**Figura 15: Perspectiva superior da fachada nordeste**



**Fonte: Prancha ARQ-A-006 do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô**

A decisão de posicionar a edificação em um local de impacto visual mínimo em relação à Pedra de Xangô e à paisagem circundante é justificada. Além disso, aproveita-se uma área

plana do terreno que já havia sido desmatada. Nesse contexto, a parede de taipa de pilão, que desempenha o papel de estrutura organizadora, segue um caminho sinuoso no sentido sudeste/noroeste.

Em conformidade com o princípio fundamental, o projeto enfatiza a utilização de materiais naturais de baixo impacto ambiental. Isso inclui paredes de terra crua, extraídas do próprio local, além de revestimentos de pedra natural, madeira e aço. A fachada principal, voltada para o nordeste e abrangendo partes do norte e leste, é caracterizada por uma extensa cobertura que resguarda a varanda da luz solar direta. Em contrapartida, a fachada oposta, direcionada para o sudoeste, oeste e sul, é composta por paredes de taipa de pilão com alta inércia térmica, protegendo os espaços internos da luz solar vespertina. Todos os cômodos possuem amplas aberturas que permitem a entrada de luz natural, devidamente protegidas contra a incidência direta de luz solar.

Os espaços internos, com exceção do Salão/Auditório, são principalmente cobertos por lajes com telhados verdes. Isso não só reduz a carga térmica nos ambientes internos, mas também se integra harmoniosamente com o ambiente circundante e melhora o microclima local.

Para aumentar a eficiência energética e o conforto térmico, os ambientes internos são projetados com ventilação cruzada, reforçada por aberturas alternadas em diferentes níveis, o que cria um "efeito chaminé". As aberturas laterais voltadas para os jardins que cercam a edificação e as aberturas elevadas devido ao desnível entre as lajes ajudam a movimentar e renovar o ar devido à diferença de pressão.

Além disso, o projeto incorpora a coleta de águas pluviais e a geração de energia solar por meio de painéis fotovoltaicos, conforme detalhado nos planos de instalações hidrossanitárias e elétricas. O objetivo principal é construir uma edificação que, além de cumprir sua função como espaço de referência, seja durável, com baixa necessidade de manutenção e seguindo princípios de arquitetura sustentável, garantindo a eficiência e durabilidade dos sistemas, materiais e acabamentos utilizados com uma relação custo-benefício otimizada

## 5.2 IMPLANTAÇÃO DA TAIPA DE PILÃO

De acordo com as informações extraídas do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô, a composição para cada metro cúbico de taipa de pilão exigiu, em média, 1,7 metros cúbicos de uma mistura. Esta mistura era composta por 50% de solo arenoso peneirado, 50% de areia grossa e 150 kg de cimento. É importante ressaltar que as proporções mencionadas no orçamento podem sofrer variações na prática, dependendo da qualidade do solo arenoso utilizado.

Foi fortemente recomendado que o construtor realizasse ensaios de caracterização e resistência do solo importado. A presença de um especialista em construções com terra na obra é crucial para orientar e garantir a qualidade das paredes em taipa de pilão durante a execução do trabalho. O parque contém 15 paredes/painéis de taipa de pilão com alturas variadas com 0,35m de espessura todas com acabamento em resina hidro-fugante. A emulsão utilizada como resina

foi à base de silano/siloxano com consumo de 0,35L/M2, a aplicação foi feita de forma mecanizada.

Nas aberturas de portas e janelas, as vergas apresentam as seguintes dimensões: altura de 0.20 m e extensão de 0.30 m para dentro das paredes. Essas medidas foram cuidadosamente consideradas para garantir a adequada funcionalidade e estética, proporcionando uma integração harmoniosa com o conjunto arquitetônico.

**Figura 16: Quadro de portas, janelas e aberturas**

- QTI - QUADRO DE PORTAS				
ITEM	LARG.	ALT.	DESCRIÇÃO	QUANT.
P01	0,80	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA SEMI-OCA	4
P02	0,90	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA SEMI-OCA	2
P03	1,20	2,15	PORTA DE ABRIR DUPLA DE MADEIRA SEMI-OCA	2
P04	0,80	1,60	PORTA DIVISÓRIA EM LAMINADO MELAMÍNICO ESTRUTURAL	10
P05	2,20	2,30	PORTA CAMARÃO EM RÉGUAS DE MADEIRA MACIÇA, FIXA EMBUTIDA (ANGELIM OU CUMARU)	5
P06	1,43	2,30	PORTA CAMARÃO EM RÉGUAS DE MADEIRA MACIÇA, FIXA EMBUTIDA (ANGELIM OU CUMARU)	1
P07	2,20	1,80	PORTA DUPLA DE ABRIR DE CHAPA METÁLICA ,2 FOLHAS	1
V01	1,00	2,20	VÃO COM VERGA PARA A PAREDE DE TAIPA	2
V02	1,00	2,70	VÃO COM VERGA PARA A PAREDE DE TAIPA	2
V03	1,00	3,00	VÃO COM VERGA PARA A PAREDE DE TAIPA	1

- QTI - QUADRO DE JANELAS				
ITEM	LARG.	ALT.	DESCRIÇÃO	QUANT.
A01	0,60	0,60	ABERTURAS EM PAREDE DE TAIPA	4
J01	2,10	1,65	JANELA DE CORRER DUAS FOLHAS EM VIDRO TEMPERADO 6mm COM QUADRO DE FIXAÇÃO DOS VIDROS EM ANGELIM OU CUMARU	2
J02	0,60	0,65	JANELA BASCULANTE EM MADEIRA E VIDRO TEMPERADO 6mm, QUADRO DE FIXAÇÃO DOS VIDROS EM ANGELIM OU CUMARU (DIMENSÕES CONFORME DETALHES) COM GONZO EXTERNO E FECHO TIPO AVIÃO COM CORRENTE	6
J03	0,60	0,65	JANELA EM MADEIRA E VIDRO TEMPERADO 6mm, QUADRO DE FIXAÇÃO DOS VIDROS EM ANGELIM OU CUMARU (DIMENSÕES CONFORME DETALHES) COM GONZO EXTERNO E FECHO TIPO AVIÃO COM CORRENTE	2
J04	1,65	1,65	JANELA DE CORRER DUAS FOLHAS EM VIDRO TEMPERADO 6mm COM QUADRO DE FIXAÇÃO DOS VIDROS EM ANGELIM OU CUMARU	1

**Fonte: Prancha ARQ-A-008 do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô**

Nas regiões do radier onde se apoiarão paredes de taipa de pilão, foi acrescida uma camada extra de concreto simples de 10 cm de espessura acima do radier, além da inclusão de alicerce corrido em alvenaria de pedra, com dimensões da seção transversal de 60x70cm.

As bases das paredes de taipa de pilão foram construídas com concreto 30MPa usinado bombeável com inclusão de aditivo mineral impermeabilizante por cristalização. O consumo desse aditivo é de 1,5% em relação ao peso do cimento. Segundo as informações adquiridas no memorial descritivo do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô (2021).

### 5.3 ENTREVISTA

Durante a entrevista conduzida com o arquiteto e urbanista Flávio Carvalho Silva, foram reveladas informações valiosas sobre o Parque Pedra de Xangô. Discutiu-se uma variedade de tópicos, incluindo o partido arquitetônico adotado na concepção do parque e a razão pela qual a edificação foi construída em taipa de pilão. A conversa proporcionou uma visão aprofundada sobre os princípios arquitetônicos empregados e as escolhas de materiais feitas para a construção do parque.

O arquiteto Flávio revelou que a demanda para a construção do parque chegou a ele e à equipe da FFA Arquitetura e Urbanismo, escritório do qual fazia parte durante a elaboração do projeto do Parque Pedra de Xangô. Essa demanda surgiu do povo de santo e de movimentos sociais. O projeto do parque visava criar um suporte adequado e uma espacialidade flexível, capaz de se adaptar a diversos formatos possíveis. O mesmo contou que a edificação do espaço que serve como sede do parque faz parte de um sistema maior, que se soma a todos os elementos construtivos que compõem o conjunto do Parque Pedra de Xangô. O projeto buscou manter como protagonista a Pedra de Xangô. Todos os elementos do parque foram pensados de forma a preservar a ancestralidade negra, sem perder a funcionalidade do local. A edificação da sede do parque foi um aspecto crucial nesse sentido.

O arquiteto em questão explicou que a taipa de pilão foi escolhida como a principal técnica construtiva porque era necessário um tipo de alvenaria que estivesse em harmonia com a história do povo de santo e com o contexto em que o parque estava inserido. A taipa de pilão foi adotada como a principal tecnologia construtiva porque eram necessárias alvenarias imponentes e largas que remetessem às tradições e arquiteturas de terreiros, que há muito tempo já eram construídas em terra.

A escolha do formato para a edificação foi cuidadosamente pensada e decidida com base em vários fatores. O formato curvo e circular foi escolhido tanto para o memorial quanto para as praças, refletindo o contexto no qual estão inseridos. A circularidade é uma característica marcante da comunidade negra, simbolizando unidade, inclusão e continuidade. Portanto, a adoção desses formatos na edificação é uma maneira de manter e respeitar a presença dessa circularidade. Além de tudo esses formatos foram escolhidos por razões práticas, eles permitem uma melhor circulação de ar, o que contribui para um ambiente mais confortável e agradável. Além disso, a eficiência energética é melhorada, pois a forma curva que a edificação foi projetada permite uma distribuição mais uniforme da luz e do calor. Portanto, a escolha do formato curvo e circular para a edificação não foi apenas estética ou simbólica, mas também funcional e eficiente.

Durante o desenvolvimento do projeto do memorial, houve resistência por parte da equipe estruturalista. A principal preocupação era a proposta de utilizar a taipa de pilão como elemento estrutural. Esta resistência surgiu devido à falta de confiança na utilização deste material, que é menos comum em construções modernas. Um dos principais motivos citados para esta resistência foi a ausência de uma norma técnica específica para a taipa de pilão. Sem uma norma técnica estabelecida, a equipe responsável pelo projeto estrutural sentiu-se insegura em utilizar este material como elemento estrutural na construção do memorial.

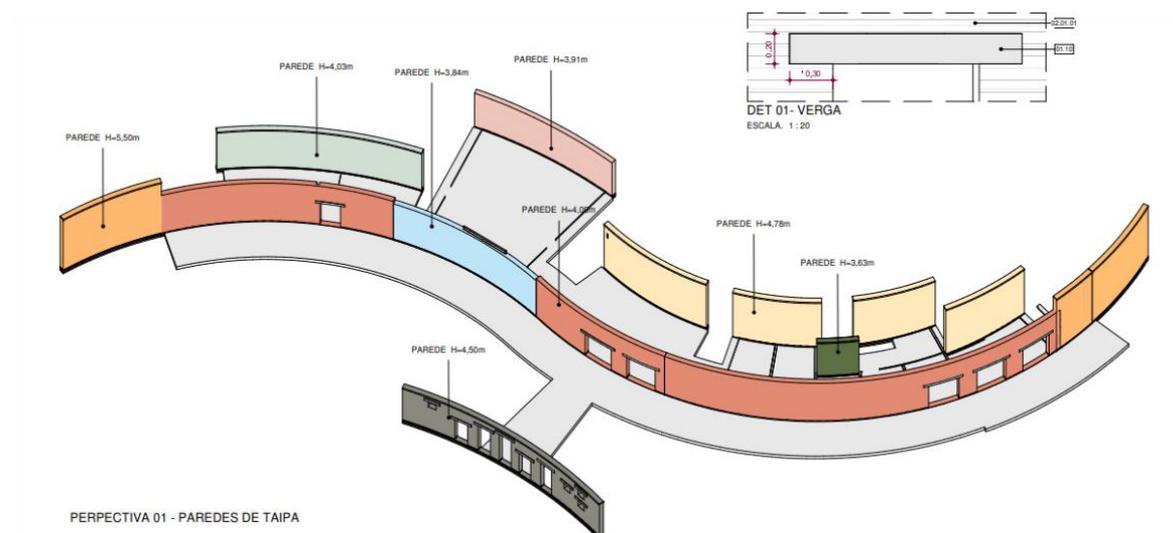
## 6. ANÁLISE CONSTRUTIVA DO USO DA TAIPA DE PILÃO

Com base em informações adquiridas no projeto executivo do Parque Rede Pedra de Xangô, em entrevista realizada com o arquiteto e urbanista Flavio Carvalho Silva e em visitas ao parque pedra de xangô, foram feitas análises sobre as alvenarias de taipa de pilão, tendo como parâmetro a norma técnica NBR 17014 de 2022. Estas análises têm como objetivo constatar se as alvenarias que foram edificadas no Parque Pedra Xangô, seguem de acordo com as exigências impostas pela norma, exigências essas que serra citadas a seguir:

### 6.1 FORMA E DIMENSÕES

Em uma série de visitas realizadas ao Parque Pedra de Xangô, foram conduzidos levantamentos das alvenarias de taipa de pilão existentes no local. Esses levantamentos foram realizados com o uso de uma trena, permitindo a obtenção de informações precisas sobre as dimensões dessas estruturas. Os dados coletados revelaram que as paredes de taipa no parque possuem uma espessura consistente de 0,35 m. No entanto, foi observado que a altura dessas paredes varia entre 3.63 m e 5.5 m de altura. Essa variação na altura é atribuída à utilidade específica de cada parede e ao local em que estão inseridas (Figura 17). Visto isso, foi constatado que as alvenarias de taipa de pilão estão de acordo com as exigências impostas pela norma técnica NBR 17014: 2022, que coloca como exigência espessura da taipa seja  $\geq 30$  cm, e comprimento máximo  $\leq 9$  m.

**Figura 17: Mapa das alvenarias em taipa de pilão**

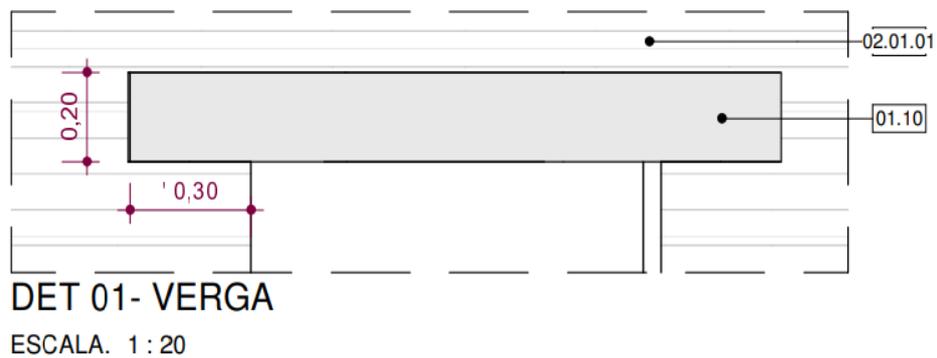


**Fonte: Prancha ARQ-A-008 do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô**

## 6.2 VERGAS E CONTRAVERGAS

Conforme estabelecido pela norma NBR 17014: 2022, é imprescindível que as vergas e contravergas presentes nas alvenarias de taipa de pilão sejam adequadamente dimensionadas para ultrapassar 1/5 da largura do vão de cada lado. Esta especificação equivale a uma medida mínima de 30 cm, e é imperativo que seja utilizado material estrutural. Ao analisar as informações obtidas a partir das pranchas e do memorial descritivo do Parque Pedra de Xangô, constatou-se que as vergas e contravergas estão em conformidade com os critérios estipulados pela referida norma. Como ilustrado nas (Figuras 18 e 19), estas estruturas possuem 0,30 m de comprimento, ultrapassando para dentro de todas as alvenarias de taipa de pilão.

**Figura 18: Perfil de uma das vergas**



**Fonte: Prancha ARQ-A-008 do projeto executivo do Parque Pedra de Xangô**

**Figura: 19: Fachada principal com aberturas para janelas e portas**

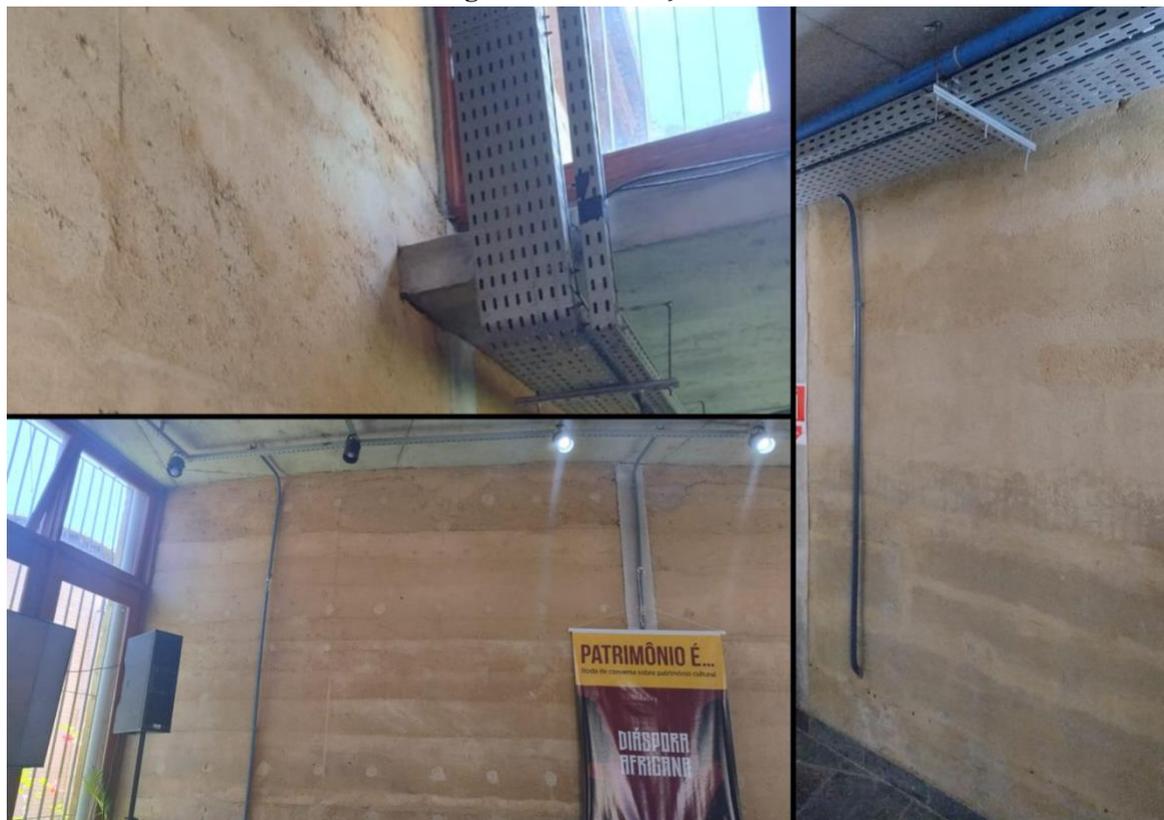


**Fonte: Autoria própria**

### 6.3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Durante as visitas técnicas ao Parque Pedra de Xangô, foram avaliadas as condições das instalações elétricas. Observou-se que as instalações elétricas foram realizadas externamente às alvenarias de taipa, utilizando eletrocalhas e eletrodutos. Com base nessa observação, confirmou-se que a edificação está em conformidade com os critérios estabelecidos pela norma NBR 17014:2022, que orienta sobre as instalações elétricas e hidráulicas.

**Figura 20: Instalações elétricas**



**Fonte: Autoria própria**

### 6.4 SITUAÇÃO ATUAL DAS ALVENARIAS

Durante uma inspeção ao parque, foi realizada uma avaliação da condição das alvenarias construídas com a técnica de taipa de pilão. Observou-se que, em certos segmentos da principal estrutura de taipa de pilão, havia um contato direto com o solo, como indicado na (Figura 21). Esta interação resultou em um fenômeno de umidade ascendente por capilaridade nesses segmentos específicos. A origem desta patologia pode ser atribuída a dois fatores principais: a ausência de uma elevação adequada das paredes acima do nível do solo ou a inadequação dos procedimentos de impermeabilização empregados.

**Figura 21: Segmentos com o fenômeno umidade ascendência por capilaridade**



**Fonte: Autoria própria**

Além disso, foram identificadas trincas nas alvenarias de taipa em áreas próximas aos pilares metálicos que suportam os telhados da edificação. Estas fissuras podem ter sido induzidas pela dilatação térmica do aço, levando ao descolamento da taipa de pilão dos pilares. Observa figura (XX)

**Figura 22: Fissuras nos trechos dos pilares metálicos**



**Fonte: Autoria própria**

Durante a inspeção, também foram observadas fissuras significativas na alvenaria adjacente a um dos pilares de concreto. Essas fissuras podem ter sido causadas por uma variedade de fatores. Um deles pode ser o recalque diferencial do pilar, um fenômeno comum em estruturas de concreto que pode resultar em tensões indesejadas na alvenaria adjacente. Outra possibilidade é a incompatibilidade entre o concreto do pilar e a alvenaria de taipa de pilão, que pode ter levado a uma distribuição desigual de cargas e, conseqüentemente, à formação de fissuras. A ausência de uma tela de amarração, um componente crucial para prevenir a formação de fissuras em alvenarias, também foi notada

**Figura 23: Fissura adjacente ao pilar de concreto**



**Fonte: Autoria própria**

Além disso, foi constatado um processo de degradação nas alvenarias expostas à chuva. Este fenômeno, observado apenas no lado externo da edificação, resulta em alvenarias que se esfarelam ao toque. As possíveis causas para este fenômeno incluem excesso de água, que pode levar à segregação dos componentes da taipa de pilão, dosagem incorreta do traço, que pode resultar em uma mistura fraca e suscetível à erosão, e uso de materiais de baixa qualidade, que podem não resistir às condições ambientais adversas. Manchas nessas alvenarias também foram notadas, possivelmente causadas por infiltração, um problema comum em edificações que pode levar a uma série de problemas estruturais e de saúde. Para remediar essa situação, é necessário adotar medidas corretivas adequadas, que podem incluir a reparação das fissuras, a instalação de telas de amarração e a impermeabilização das alvenarias.

Portanto, a integridade estrutural das alvenarias de taipa de pilão pode ter sido afetada por uma variedade de fatores potenciais. Entre eles, a umidade ascendente, a possível expansão térmica dos pilares metálicos, as infiltrações e a ausência de medidas preventivas apropriadas, como o emprego de telas de amarração. Cada um desses aspectos pode ter contribuído para a

degradação da estrutura, ressaltando a importância de um planejamento cuidadoso e considerações detalhadas ao utilizar técnicas de taipa de pilão em projetos de construção.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O propósito deste estudo foi conduzir uma avaliação técnica meticulosa da implementação do método construtivo conhecido como taipa de pilão na estrutura do Parque Pedra de Xangô. Esta análise foi realizada sob a orientação da norma técnica NBR 17014: 2022, denominada “Taipa de pilão; Requisitos, procedimentos e controle”. A investigação se concentrou tanto nos aspectos positivos quanto nos negativos da construção do parque, enfatizando os requisitos estabelecidos pela norma e avaliando se a construção do Parque Pedra de Xangô atendeu aos critérios definidos por ela.

Foi constatado que certos parâmetros, como a localização das instalações elétricas na estrutura da sede do parque e as dimensões adotadas para as alvenarias de taipa, estão em conformidade com a norma técnica. No entanto, foram identificadas diversas patologias nas alvenarias da estrutura. A maioria dessas manifestações patológicas ocorre na parte externa da estrutura, como em alguns segmentos da fachada que estão em contato direto com o solo sem proteção e em locais com incidência de chuva nas alvenarias, causando o fenômeno da umidade ascendente por capilaridade. Em outros segmentos, foram observadas fissuras em regiões onde se localizam os pilares metálicos e de concreto, que podem ter sido causadas pela dilatação dos materiais dos pilares, recalque dos pilares ou até mesmo por má execução da obra.

É importante destacar que a construção desta obra ocorreu em um período em que ainda não existiam normas técnicas que abordassem o uso da taipa de pilão. Portanto, este estudo serviu para enfatizar a importância de uma norma técnica no processo construtivo de uma estrutura.

Este trabalho sugere a realização de estudos futuros sobre a resistência das alvenarias de taipa de pilão do Parque Pedra de Xangô e uma investigação buscando o tratamento das patologias encontradas na estrutura.

Também é importante ressaltar as dificuldades encontradas para obtenção de informações sobre a construção do Parque Pedra de Xangô, especialmente informações como o traço adotado, resultados de ensaios de granulometria dos solos utilizados e como foi realizada a aplicação da técnica taipa de pilão.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17014: Taipa de pilão — Requisitos, procedimentos e controle**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

CALDAS, L. R.; MARTINS, A. P. de S.; TOLEDO FILHO, R. D. **Construção com terra no Brasil: avaliação ambiental da taipa de pilão**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 12, p. e021015, 2021.

GOMES, M. I. et al. **CONSTRUÇÃO COM BASE EM TERRA: CONTRIBUTO PARA A ECOEFICIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO**. Disponível em: <[https://run.unl.pt/bitstream/10362/83184/1/CI\\_Gomes\\_et\\_al\\_Construcao\\_com\\_terra\\_SGA19\\_IST.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/83184/1/CI_Gomes_et_al_Construcao_com_terra_SGA19_IST.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2023.

OLIVEIRA, BRUNO ASSUNÇÃO *et al.* **INSERÇÃO DA TAIPA DE PILÃO MECANIZADA COM APILOAMENTO PNEUMÁTICO NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL**. Orientador: Iraci Miranda Pereira. 2012. 43 f. Monografia (Curso de Especialização em Sustentabilidade Aplicada ao Ambiente) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS ESCOLA DE ARQUITETURA, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9BAPH7/1/monografia\\_bruno\\_assun\\_o.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9BAPH7/1/monografia_bruno_assun_o.pdf). Acesso em: 30 nov. 2023.

PEIXOTO, Maria Virgínia Simão *et al.* **Avaliação da integridade mecânica em paredes de taipa de pilão utilizando a técnica do ultrassom: utilizando a técnica do ultrassom**. Orientador: Reyolando Manoel Lopes Rebello da Fonseca. 2017. 220 f. Monografia (Dissertação de Doutorado) - Escola de Belas Artes da UFMG, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: [tese\\_\\_avalia\\_\\_o\\_da\\_integridade\\_mec\\_nica\\_em\\_paredes\\_de\\_taipa\\_de\\_pil\\_o.pdf](tese__avalia__o_da_integridade_mec_nica_em_paredes_de_taipa_de_pil_o.pdf). Acesso em: 30 nov. 2023.

SATO, Márcia Helena Yamamoto *et al.* **Análise de estruturas em taipa de pilão**. Orientador: Reyolando Manoel Lopes Rebello da Fonseca. 2012. 87 f. Monografia (Dissertação de Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo .Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica, São Paulo, 2011. DOI <https://doi.org/10.11606/D.3.2011.tde-26082011-140706>. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-26082011-140706/publico/Dissertacao\\_Marcia\\_Helena\\_Yamamoto\\_Sato\\_Corpo.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-26082011-140706/publico/Dissertacao_Marcia_Helena_Yamamoto_Sato_Corpo.pdf). Acesso em: 30 nov. 2023.

SANTIAGO, Cybele Celestino *et al.* **O Solo como Material de Construção**. 2 edição. ed. rev. Salvador-Bahia: [s. n.], 2001. 72 p. Disponível em: <https://repositoriodev.ufba.br/bitstream/ri/1153/1/uso%20do%20solo%20como%20material%20de%20construcao.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

VI CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 2016, Bauru-SP. **TerraBrasil 2016- VI congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil [...]**. [S. l.: s. n.], 2016. DOI <https://>. Disponível em: [https://terrabrasil2020floripa.paginas.ufsc.br/files/2020/06/anais-TerraBrasil-2016\\_livro-completo.pdf](https://terrabrasil2020floripa.paginas.ufsc.br/files/2020/06/anais-TerraBrasil-2016_livro-completo.pdf). Acesso em: 30 nov. 2023.

VIII CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 2016, Florianópolis-SC. **TerraBrasil 2022- VIII congresso de Arquitetura e Construção**

**com Terra no Brasil [...].** [S. l.: s. n.], 2022. DOI <https://doi.org/10.24080/terra.2022.01>. Disponível em: <https://redeterrabrasil.net.br/wp-content/uploads/2022/01/Livro-TerraBrasil-2022.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

**VERALDO, ANA CAROLINA et al. ANÁLISE DO PROCESSO CONSTRUTIVO DE TAIPA MECANIZADA: ESTUDO DE CASO DA SEDE DO CANTEIRO EXPERIMENTAL DA UFMS.** Orientador: Andrea Naguissa Yuba. 2015. 121 f. Monografia (MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE) - Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande- Mato Grosso do Sul, 2015. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/76141672/4824-libre.pdf?1639251106=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnalise\\_do\\_processo\\_construtivo\\_de\\_taipa.pdf&Expires=1701381917&Signature=LjgiSpCygN0O3CATwWVIDY5xNCHkIB2NAJislx8Ka8pns4SNZ6KddtqVCS3Yagvsj5sII-4P8HYqXkuxjTGxxVz6jOIVnVWskhqOuaW76l2HucP2qFeuCRWyvP88fNiSrNGhoLVk3nhIu10M29W00wkL0CfFuZxOzsZW9Haw~Lfa2UlfU8haDIBFPKh2hVSOQp05kZGdw~fGbt3G1vBKrzZBEOhRJe4GotUoG7ekR6dCpuOKs06qGGj3bCTZA07ztajaRFagonWvkSLWBMNrMDmIhFvn0keqwWcVc4etFQG0E2lCkfdbhYheyZlqHwohg47hTPWuJYTJttw0AYw\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/76141672/4824-libre.pdf?1639251106=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnalise_do_processo_construtivo_de_taipa.pdf&Expires=1701381917&Signature=LjgiSpCygN0O3CATwWVIDY5xNCHkIB2NAJislx8Ka8pns4SNZ6KddtqVCS3Yagvsj5sII-4P8HYqXkuxjTGxxVz6jOIVnVWskhqOuaW76l2HucP2qFeuCRWyvP88fNiSrNGhoLVk3nhIu10M29W00wkL0CfFuZxOzsZW9Haw~Lfa2UlfU8haDIBFPKh2hVSOQp05kZGdw~fGbt3G1vBKrzZBEOhRJe4GotUoG7ekR6dCpuOKs06qGGj3bCTZA07ztajaRFagonWvkSLWBMNrMDmIhFvn0keqwWcVc4etFQG0E2lCkfdbhYheyZlqHwohg47hTPWuJYTJttw0AYw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 30 nov. 2023.