

TAIPA DE PILÃO NO BRASIL

Avanços tecnológicos e desafios para consolidação da Cadeia Produtiva

Elton Belarmino de Sousa

Doutorando em Arquitetura e Urbanismo; Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP) | eltonbelsousa@usp.br

Fabiana Lopes de Oliveira

Professora Dra. da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design; Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP) | floliveira@usp.br

André Falleiros Heise

Mestre em Engenharia Civil (Universidade Estadual de Campinas), diretor técnico e sócio da TAIPAL Brasil | andre@taipal.com.br

EIXO TEMÁTICO: Uso, Técnica e Espaços

Resumo: A taipa de pilão, técnica construtiva milenar amplamente difundida no Brasil, vem sendo revalorizada nas últimas décadas como alternativa sustentável às demandas contemporâneas da construção civil. A publicação da NBR 17014 (ABNT, 2022) representou um marco na consolidação desse sistema, ao estabelecer requisitos mínimos de execução e controle de qualidade. Apesar desse avanço, sua cadeia produtiva ainda apresenta entraves que limitam a difusão em maior escala. Este trabalho tem como objetivo apresentar os avanços tecnológicos do processo construtivo da taipa de pilão e analisar os principais desafios de sua cadeia produtiva no Brasil, discutindo implicações e perspectivas de fortalecimento. Adota-se uma abordagem qualitativa e exploratória, baseada em revisão bibliográfica, análise documental e levantamento de experiências de empresas e profissionais do setor, permitindo identificar gargalos e compará-los a outros sistemas construtivos. Os resultados indicam a crescente racionalização do processo, com maior confiabilidade e desempenho estrutural. No entanto, persistem lacunas como a escassez de dados técnicos padronizados, a carência de equipamentos e fôrmas adequadas, a limitação de insumos específicos e a ausência de escala produtiva, além da incipiente inserção da técnica no ensino superior. Conclui-se que a superação desses obstáculos exige articulação entre instituições de ensino, fornecedores, profissionais, órgãos normativos e políticas públicas, visando consolidar a taipa de pilão como tecnologia contemporânea alinhada às demandas ambientais e da arquitetura brasileira.

Palavras-chave: Taipa de pilão; cadeia produtiva; sustentabilidade; construção em terra; tecnologia construtiva

RAMMED EARTH IN BRAZIL: Technological advances and challenges for the consolidation of the Production Chain

Abstract: Rammed earth, an ancient construction technique widely disseminated in Brazil, has been revalued in recent decades as a sustainable alternative to contemporary demands in the construction industry. The publication of NBR 17014 (ABNT, 2022) represents a milestone in the consolidation of this system, as it establishes minimum requirements for execution and quality control. Despite this progress, its production chain still presents constraints that limit its large-scale dissemination. This study aims to present the technological advances in the rammed earth construction process and to analyze the main challenges of its production chain in Brazil, discussing implications and prospects for strengthening the sector. A qualitative and exploratory approach is adopted, based on literature review, documentary analysis, and a survey of experiences from companies and professionals in the field, enabling the identification of bottlenecks and their comparison with other construction systems. The results indicate a growing rationalization of the process, leading to greater reliability and improved structural performance. However, gaps remain, such as the lack of standardized technical data, the shortage of appropriate equipment and formwork, the limited availability of specific inputs, and the absence of production scale, in addition to the incipient inclusion of the technique in higher education. It is concluded that overcoming these obstacles requires coordination among educational institutions, suppliers, professionals, regulatory bodies, and public policies, aiming to consolidate rammed earth as a contemporary technology aligned with environmental demands and Brazilian architectural practice.

Keywords: Rammed earth; production chain; sustainability; earthen construction; construction technology

TAPIA DE TIERRA APISONADA EN BRASIL: Avances tecnológicos y desafíos para la consolidación de la Cadena Productiva

2

Resumen: La tapia de pilón, una técnica constructiva milenaria ampliamente difundida en Brasil, ha sido revalorizada en las últimas décadas como una alternativa sostenible frente a las demandas contemporáneas del sector de la construcción. La publicación de la NBR 17014 (ABNT, 2022) representa un hito en la consolidación de este sistema, al establecer requisitos mínimos de ejecución y control de calidad. A pesar de este avance, su cadena productiva aún presenta limitaciones que restringen su difusión a gran escala. Este estudio tiene como objetivo presentar los avances tecnológicos en el proceso constructivo de la tapia de pilón y analizar los principales desafíos de su cadena productiva en Brasil, discutiendo implicaciones y perspectivas de fortalecimiento. Se adopta un enfoque cualitativo y exploratorio, basado en la revisión bibliográfica, el análisis documental y el levantamiento de experiencias de empresas y profesionales del sector, lo que permite identificar cuellos de botella y compararlos con otros sistemas constructivos. Los resultados indican una creciente racionalización del proceso, con mayor confiabilidad y mejor desempeño estructural. Sin embargo, persisten vacíos, como la escasez de datos técnicos estandarizados, la falta de equipos y encofrados adecuados, la limitada disponibilidad de insumos específicos y la ausencia de escala productiva, además de la incipiente inserción de la técnica en la educación superior. Se concluye que la superación de estos obstáculos requiere la articulación entre instituciones educativas, proveedores, profesionales, organismos normativos y políticas públicas, con el fin de consolidar la tapia de pilón como una tecnología contemporánea alineada con las demandas ambientales y la arquitectura brasileña.

Palabras clave: Tapia de tierra apisonada; cadena productiva; sostenibilidad; construcción con tierra; tecnología constructiva

1.INTRODUÇÃO

No Brasil, a taipa de pilão consolidou-se como uma técnica construtiva amplamente difundida desde o período colonial, sendo empregada em edificações de diferentes tipologias, escalas e funções, sobretudo em contextos vinculados a grupos com maior poder aquisitivo, como casas-grandes, igrejas, edifícios institucionais e construções de caráter representativo, uma vez que sua execução demandava formas de madeira, mão de obra intensiva e organização produtiva específica. Ao longo do tempo, no entanto, a consolidação dos sistemas industrializados baseados em concreto, aço e cerâmica contribuiu para a progressiva marginalização da taipa, passando esse sistema a ser frequentemente associado a práticas construtivas rudimentares ou a contextos de baixa renda.

Nas últimas décadas, observa-se um movimento de revalorização da taipa de pilão, impulsionado sobretudo pelas crescentes demandas por soluções construtivas ambientalmente responsáveis, de baixo impacto ambiental e com menor pegada de carbono. Nesse contexto, a técnica passa a ser reinterpretada à luz não apenas dos princípios da arquitetura sustentável, da bioarquitetura e da economia circular, mas também de conceitos contemporâneos de racionalização da construção, como a padronização de processos, o controle de etapas produtivas, a redução de desperdícios e a otimização do uso de recursos, aspectos que dialogam com abordagens como a industrialização da construção e o Lean Construction.

3

Paralelamente a esse processo de revalorização, avanços tecnológicos têm contribuído para a racionalização e o aprimoramento do sistema construtivo, não apenas por meio da introdução de equipamentos e mecanização, mas também a partir da capacitação e qualificação da mão de obra, bem como da valorização de sua participação no processo produtivo, aspectos fundamentais para o aumento da produtividade e da qualidade da construção em taipa de pilão. Nesse sentido, destacam-se o desenvolvimento de formas racionalizadas e padronizadas, concebidas para múltiplos ciclos de uso, com menor peso, facilidade de montagem e manuseio, além da mecanização controlada do processo de compactação, do controle tecnológico dos materiais e da realização de ensaios laboratoriais voltados ao desempenho mecânico e à durabilidade. Considerando esse contexto, a publicação da norma NBR 17014, em 2022 (ABNT, 2022), representou um marco nesse processo, ao estabelecer requisitos mínimos para a execução e o controle de qualidade de paredes de taipa de pilão, contribuindo para a padronização dos procedimentos e para a segurança técnica do sistema.

Apesar desses avanços, a difusão da taipa de pilão em maior escala no Brasil ainda enfrenta obstáculos significativos. Diferentemente de sistemas construtivos industrializados, como o steel frame, o wood frame e os pré-moldados de concreto, cuja consolidação esteve associada ao desenvolvimento de cadeias produtivas estruturadas, a taipa de pilão ainda se encontra inserida em um contexto produtivo fragmentado, caracterizado pela escassez de equipamentos específicos, pela limitada

oferta de insumos padronizados, pela carência de mão de obra especializada e pela reduzida capacidade de produção em escala.

Além dos entraves de natureza produtiva, a inserção institucional da taipa de pilão permanece tímida no âmbito da construção civil, o que contribui para a persistência de uma percepção social e técnica de que se trata de um sistema alternativo, e não competitivo. Esse cenário evidencia a necessidade de se compreender não apenas os aspectos técnicos do sistema, mas também os elementos econômicos, normativos e institucionais que condicionam sua consolidação como tecnologia construtiva contemporânea.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os avanços tecnológicos associados ao processo construtivo da taipa de pilão e analisar os principais desafios enfrentados por sua cadeia produtiva no Brasil, discutindo suas implicações e perspectivas de fortalecimento. Busca-se, assim, contribuir para o debate sobre a inserção da taipa de pilão no cenário da construção civil brasileira, reconhecendo seu potencial como sistema construtivo sustentável, tecnicamente confiável e passível de racionalização produtiva.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta fundamentação visa apresentar o conhecimento atual sobre a taipa de pilão, reunindo aspectos históricos, avanços técnicos e desafios contemporâneos, de modo a contextualizar seu uso na construção civil. Busca-se oferecer uma visão integrada da técnica, destacando seu potencial, suas limitações e as possibilidades de compatibilização com sistemas construtivos modernos.

2.1 TAIPA DE PILÃO: FUNDAMENTOS E TRAJETÓRIA HISTÓRICA

A taipa de pilão é uma técnica construtiva milenar baseada na compactação de terra úmida dentro de fôrmas rígidas, resultando em paredes monolíticas, espessas e duráveis (Figura 1). Ela é classificada como construção em terra crua, ou seja, a terra utilizada não sofre queima ou cozimento, sendo moldada e compactada no local. Essa característica confere à técnica propriedades únicas de inércia térmica, regulação higroscópica e durabilidade, além de baixo impacto ambiental (MINKE, 2006).

Evidências arqueológicas indicam que a técnica já era utilizada por civilizações antigas, desde 3.000 a.C., em construções monumentais na China, África do Norte e Oriente Médio (HOUBEN; GUILLAUD, 1994). Na Europa, o termo “*pisé de terre*” foi popularizado na França no século XVI, enquanto nos países de língua inglesa surgiu como “*rammed earth*”. Apesar das variações terminológicas, todas as referências descrevem o mesmo princípio de compactação em camadas sucessivas.

Figura 1: Parede de taipa de pilão construída em uma futura edificação residencial



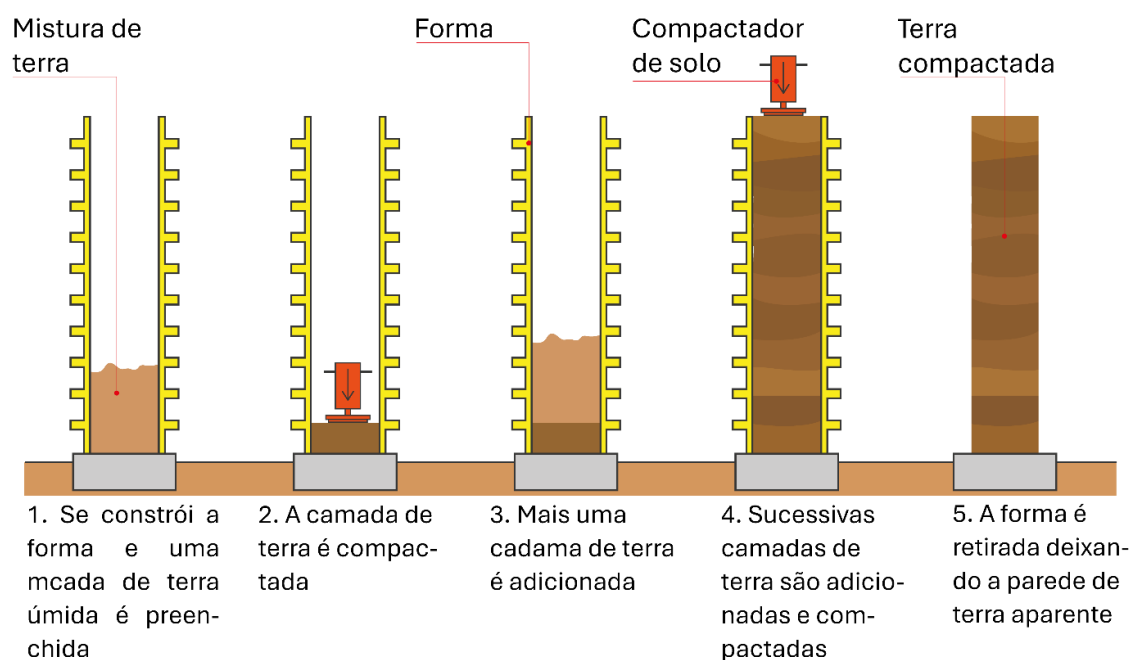
Fonte: os autores.

No Brasil, a taipa de pilão foi introduzida pelos colonizadores portugueses no século XVI e difundiu-se rapidamente em diferentes regiões, consolidando-se como técnica predominante especialmente durante o ciclo do ouro no século XVIII (MENDES; BESSA, 2021; PEIXOTO et al., 2016) permeando o seu uso também ao longo do século XIX. Estados como Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Bahia ainda preservam edificações importantes, como igrejas, casarões e construções rurais (FEIBER, 2012). Segundo Rezende (2012), o país possui um patrimônio significativo em taipa de pilão, evidenciando sua importância histórica e arquitetônica.

O processo construtivo da taipa de pilão envolve diversas etapas sequenciais, como a seleção e preparação da terra, a montagem das formas, o lançamento da mistura e a compactação em camadas de 15 a 20 cm. A compactação pode ser realizada com soquetes manuais ou equipamentos mecânicos, a depender da escala da obra e do nível de mecanização disponível. Cada camada deve ser cuidadosamente compactada antes da execução da seguinte, garantindo uniformidade, resistência e estabilidade do pano de parede (MINKE, 2006; CIANCIO; BECKETT, 2015) (Figura 2).

É importante ressaltar, no entanto, que essas etapas estão diretamente associadas a decisões de projeto, como a definição da modulação, espessura dos elementos, do sequenciamento construtivo e da compatibilização com os demais sistemas da edificação, o que evidencia a importância do domínio projetual do sistema. Nesse sentido, a incorporação da taipa de pilão no ensino universitário mostra-se fundamental para a formação de profissionais capazes de projetar e especificar adequadamente o sistema, superando a visão restrita à execução e ampliando sua aplicação em contextos contemporâneos.

Figura 2: Parede de taipa de pilão construída em uma futura edificação residencial



Fonte: Sustentarqui (2020)¹, adaptado pelo autor (2025)

Além da resistência mecânica, a taipa de pilão oferece benefícios térmicos e acústicos, devido à elevada massa das paredes, e proporciona uma estética característica, evidenciando as camadas de compactação. A técnica também se destaca pela simplicidade dos insumos, utilizando terra local, água e, conforme o tipo de solo, areia para a realização de correções granulométricas, além da incorporação de aglomerantes como cal, cimento entre outras adições. Embora empregue materiais aparentemente simples, a execução da taipa de pilão demanda formas adequadas e mão de obra qualificada, ainda que passível de capacitação, o que historicamente a associou a edificações de maior porte e relevância, inseridas em contextos econômicos específicos. Essa combinação de recursos técnicos, organização produtiva e conhecimento construtivo explica sua presença em diferentes regiões, sem que isso implique necessariamente um sistema de baixo custo.

2.2 DESENVOLVIMENTO TÉCNICO E EVOLUÇÃO CONTEMPORÂNEA DA TAIPA DE PILÃO

Apesar de sua ampla utilização a taipa de pilão entrou em declínio ao longo do século XX, devido à industrialização da construção civil e à difusão de materiais como o concreto, o aço e a alvenaria cerâmica (CRISTELO et al., 2012; SILVA et al., 2013; PISANI, 2004). A substituição da mão de obra especializada, composta por artífices com domínio das técnicas tradicionais de construção em terra, como taipeiros e mestres construtores atuantes sobretudo nos séculos XVII e XVIII por pedreiros vinculados à

¹ Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/taipa-de-pilao-o-que-e-como-fazer-quais-sao-suas-vantagens/>>. Acesso em: 12 dez. 2025.

lógica da construção em alvenaria, motivada pela maior agilidade da alvenaria, também contribuiu para a marginalização da técnica (MENDES; BESSA, 2021).

Nas últimas décadas, entretanto, a taipa de pilão tem sido redescoberta no âmbito do movimento da construção sustentável, em função de sua baixa energia incorporada, do uso de materiais locais e do elevado desempenho térmico (SILVA; RINALDI, 2023). O emprego da terra disponível no próprio local ou em seu entorno imediato representa uma vantagem ambiental significativa, ao reduzir de forma expressiva a necessidade de transporte de insumos, com impactos diretos na diminuição do consumo energético e das emissões associadas à logística da construção. Esse resgate está associado a uma busca por soluções construtivas que conciliem tradição, desempenho e impacto ambiental reduzido, além de atender às normas técnicas que valorizam a confiabilidade do sistema.

O desenvolvimento técnico contemporâneo da taipa envolve racionalização do processo construtivo, evolução das fôrmas (modulares, reaproveitáveis, padronizadas, leves e de fácil manuseio), mecanização da mistura e da compactação, além de um controle de qualidade rigoroso da mistura de terra. Ensaio laboratoriais e estudos de campo têm permitido analisar aspectos estruturais, higrotérmicos e de durabilidade, além de propor estabilização do solo com aditivos naturais ou cimento, aumentando a resistência mecânica sem comprometer a sustentabilidade (ABBHILASH et al., 2019; LUO et al., 2021).

7

A publicação da NBR 17014 (ABNT, 2022) constitui marco normativo, estabelecendo requisitos técnicos de execução, controle de qualidade e desempenho, incluindo:

- a) Materiais: granulometria, teor de umidade e eventual uso de estabilizantes;
- b) Execução: montagem de fôrmas, dimensionamentos e juntas;
- c) Desempenho mecânico: resistência à compressão, compactação adequada e comportamento frente à erosão;

Esses avanços permitem que a taipa seja integrada a processos construtivos contemporâneos, aproximando a técnica tradicional de padrões industriais e normativos, aumentando sua confiabilidade e aceitação no mercado formal.

2.3 DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS E INTEGRAÇÃO JUNTO A OUTROS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Mesmo com o desenvolvimento técnico, a aplicação da taipa de pilão enfrenta desafios relacionados à cadeia produtiva, preconceitos culturais e integração com outros sistemas construtivos. A produção ainda carece de padronização, equipamentos industrializados, mão de obra qualificada e processos construtivos otimizados, limitando a escalabilidade da técnica (NEVES et al., 2022).

Culturalmente, a taipa ainda é associada à precariedade construtiva e informalidade, com percepção equivocada de vulnerabilidade à chuva, rachaduras ou insetos (STEENBOCK; TAVARES, 2022; SILVA, 2000). A superação do preconceito em relação à taipa de pilão não depende apenas de divulgação técnica genérica, mas de educação direcionada ao consumidor final e, sobretudo, da incorporação sistemática da técnica no ensino universitário, formando profissionais capazes de projetar, especificar e executar o sistema com segurança.

A compatibilização da taipa com sistemas contemporâneos é essencial para ampliar sua aplicação. No entanto, a diferença de comportamento físico, estrutural e higrotérmico exige soluções projetuais específicas. Estudos indicam que as interfaces entre a taipa de pilão e outros materiais não se comportam como ligações perfeitamente rígidas, mas apresentam um mecanismo de transferência de esforços caracterizado por uma fase inicial de aderência, seguida por deslizamento progressivo na interface, conhecido como comportamento tipo bond-slip. Esse comportamento é fortemente influenciado pelo atrito entre as superfícies, pelo teor de umidade da terra e pelas deformações diferenciais dos materiais em contato, configurando uma zona crítica do ponto de vista estrutural e de durabilidade (ABBHILASH et al., 2019; LUO et al., 2021).

Dessa forma, a integração da taipa de pilão com sistemas contemporâneos não se limita ao simples encontro de materiais, mas constitui um sistema híbrido com comportamento próprio, que exige detalhamento criterioso, experimentação técnica e abordagem integrada do projeto arquitetônico à execução, garantindo desempenho estrutural, estabilidade e eficiência ambiental. No contexto brasileiro, observa-se também uma crescente produção acadêmica voltada à construção em terra e à taipa de pilão².

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo. A opção por essa metodologia justifica-se pela natureza do objeto de estudo, que envolve processos produtivos, arranjos institucionais, práticas construtivas e dinâmicas de mercado ainda em fase de estruturação no país. Os procedimentos metodológicos foram organizados em quatro eixos complementares: revisão bibliográfica, análise documental, levantamento de experiências de empresas atuantes no setor e análise qualitativa dos dados.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sistematizada, contemplando artigos científicos, teses, dissertações e publicações técnicas nacionais e internacionais relacionadas à construção em terra, com ênfase na taipa de pilão, seus

² Destacam-se, no cenário nacional, estudos como os de Diniz (2000), Bessa et al. (2025) e Freitas et al. (2025), que abordam aspectos tecnológicos, construtivos e de desempenho da taipa de pilão no Brasil.

fundamentos técnicos, desempenho, durabilidade e processos de racionalização produtiva. Em seguida, procedeu-se à análise documental de normas técnicas e diretrizes relacionadas ao tema, com destaque para a NBR 17014 (ABNT, 2022), que estabelece requisitos mínimos para a execução e o controle de qualidade de paredes de taipa de pilão.

O terceiro eixo consistiu no levantamento de experiências de empresas que atuam com projetos e execução de edificações em taipa de pilão no Brasil. Essa etapa teve como finalidade identificar métodos construtivos adotados, níveis de mecanização e racionalização do processo, tipos de equipamentos e fôrmas empregados, estratégias produtivas e limitações operacionais enfrentadas. O mapeamento dessas experiências permitiu compreender o estágio atual de desenvolvimento do setor sob a perspectiva produtiva e empresarial.

A análise dos dados foi conduzida de forma qualitativa, a partir do cruzamento das informações obtidas nos diferentes eixos metodológicos, permitindo identificar padrões, convergências e divergências entre a literatura e a prática empresarial.

Ressalta-se que a pesquisa apresenta limitações inerentes à escassez de dados técnicos padronizados e à reduzida quantidade de empresas atuantes no segmento em escala industrial, o que reforça o caráter exploratório do estudo. Ainda assim, os procedimentos adotados permitem traçar um panorama consistente do estágio atual da taipa de pilão no Brasil e apontar caminhos para o fortalecimento de sua cadeia produtiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa, fundamentados na revisão bibliográfica, na análise normativa e no contato com um profissional atuante no setor, permitem identificar tanto avanços quanto limitações no desenvolvimento da taipa de pilão no Brasil, especialmente em relação à consolidação de uma cadeia produtiva estruturada e à compatibilização do sistema com práticas construtivas contemporâneas.

4.1 RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO

A análise das fontes aponta que a taipa de pilão tem passado por um processo gradual de racionalização técnica. Estudos recentes mostram que há interesse crescente na melhoria das propriedades mecânicas e funcionais do material por meio de técnicas de estabilização química e reforço por fibras, que aumentam sua resistência e durabilidade, ampliando seu campo de aplicação, inclusive em zonas sísmicas ou com exigências normativas mais rigorosas, por exemplo, estabilização com aditivos e fibras para melhorar desempenho estrutural (THOMPSON, et al., 2025).

Para Mora-Ruiz et al. (2025), esses esforços se somam ao reconhecimento da técnica como sistema de baixa energia incorporada e baixo impacto ambiental, com potencial

para redução significativa de emissões quando comparado a materiais convencionais como aço e concreto. Esse quadro corroborativo tem sido destacado em revisões acadêmicas até mais antigas que apontam a taipa de pilão como método de construção sustentável, tanto em termos ambientais quanto de eficiência energética (CIANCIO; BECKETT, 2013).

4.2 ENTRAVES DA CADEIA PRODUTIVA

A análise documental e o levantamento empírico indicam que a principal limitação para a difusão mais ampla da taipa de pilão no Brasil está na ausência de uma cadeia produtiva estruturada e competitiva, fato também observado em estudos internacionais sobre construção em terra. A literatura indica que a falta de padronização técnica, de regulamentação abrangente e de processos industrializados constitui uma barreira à adoção mais ampla de técnicas como a taipa de pilão no mercado contemporâneo de construção civil, mantendo-as como métodos predominantemente artesanais (GIUFFRIDA et al., 2019).

Em contato com uma empresa atuante na técnica, diversos entraves foram evidenciados, que corroboram este diagnóstico:

a) Ausência de fabricantes nacionais de equipamentos padronizados para produção em escala: ao contrário de materiais convencionais como blocos cerâmicos ou concreto pré-fabricado, não existem no Brasil cadeias industriais consolidadas para produção de fôrmas ou equipamentos específicos para taipa de pilão que garantam repetibilidade e controle tecnológico. Estudos realizados em outros países destacam que a falta de equipamentos dedicados e o caráter artesanal da produção dificultam a transição para processos industriais e padronizados no setor da construção em terra (GIUFFRIDA et al., 2019).

b) Fôrmas e dispositivos misturadores projetados internamente: na ausência de soluções ofertadas pelo mercado, as empresas desenvolvem internamente suas fôrmas e equipamentos de mistura dos insumos, o que gera variabilidade de processos, maior dependência de conhecimento específico e limita a eficiência produtiva. Essa situação é um reflexo da histórica falta de padronização e regulamentação técnica da construção em terra, que só recentemente tem avançado com normas como a NBR 17014 (ABNT, 2022).

c) Escassez de fornecedores de insumos e ferramentas de uso específico: a difusão da taipa de pilão em escala mais ampla é limitada, não pela inexistência de insumos, mas pela escassez de fornecedores qualificados de materiais e ferramentas de uso específico. Insumos especializados, como aditivos de melhoria do desempenho ou sistemas de estabilização, ainda são pouco difundidos no mercado nacional e, em muitos casos, adaptados de outros setores da construção, o que eleva custos e compromete a eficiência da execução. No caso da terra, embora amplamente disponível

no território, a dificuldade reside na ausência de cadeias de fornecimento capazes de disponibilizar solos previamente caracterizados e compatíveis com os requisitos técnicos da técnica, o que frequentemente obriga a extração local e a realização de ensaios preliminares para validação do material. A literatura técnica observa que a heterogeneidade dos solos e a inexistência de produtos industriais padronizados constituem limitantes técnicos amplamente reconhecidos na produção de elementos de terra compactada, afetando aspectos como resistência mecânica e durabilidade do material (MENDONÇA; BESSA, 2022).

d) Ensino e capacitação nas universidades: além dos gargalos técnicos e produtivos, identifica-se um entrave de natureza formativa e educacional que impacta diretamente a consolidação da cadeia produtiva da taipa de pilão. A ausência do ensino sistemático dessa técnica nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia limita a formação de profissionais aptos a projetar, especificar, dimensionar e gerir edificações em taipa de pilão, restringindo sua aplicação a contextos pontuais ou experimentais. Essa lacuna formativa reduz a disponibilidade de projetistas, técnicos e gestores familiarizados com o sistema, comprometendo a articulação entre projeto, execução e produção de insumos, e reforçando a percepção da taipa como uma solução alternativa ou de nicho.

O panorama apresentado indica que a limitada oferta de equipamentos e materiais industrializados, a ausência de insumos padronizados, a escassez de fornecedores especializados e as deficiências na formação de projetistas constituem entraves centrais à consolidação de uma cadeia produtiva robusta e competitiva para a taipa de pilão no Brasil. Esses fatores dificultam sua adoção em projetos de maior escala ou em contextos de produção mais racionalizados, reforçando sua aplicação restrita a nichos específicos.

A literatura internacional sobre construção em terra corrobora esse diagnóstico ao apontar que a ausência de normas amplamente aceitas, de regulamentação técnica consolidada, de processos produtivos industrializados e de formação acadêmica sistemática limita a difusão dessas técnicas no mercado contemporâneo da construção civil (GIUFFRIDA et al., 2019). Nesse sentido, o fortalecimento de fornecedores especializados, a padronização de processos produtivos, a ampliação do arcabouço normativo e, de forma indissociável, a incorporação do ensino da taipa de pilão nos cursos de Arquitetura e Engenharia apresentam-se como condições estruturantes para a consolidação de uma cadeia produtiva sustentável, escalável e competitiva no contexto brasileiro.

4.3 BARREIRAS E PERSPECTIVAS PARA A CONSOLIDAÇÃO DA TAIPA DE PILÃO

Apesar dos avanços tecnológicos e da publicação da NBR 17014 (ABNT, 2022), a aplicação contemporânea da taipa de pilão ainda enfrenta desafios técnicos e perceptivos que restringem sua difusão em projetos de maior escala. Uma das

principais barreiras identificadas é a lacuna entre os dados técnicos disponíveis e sua aplicação prática em contextos comerciais e industriais.

Embora existam diversos estudos acadêmicos detalhados sobre as propriedades mecânicas, térmicas e higrotérmicas da taipa de pilão (MINKE, 2006; HOUBEN & GUILLAUD, 1994; REZENDE, 2012; SILVA & RINALDI, 2023), esses resultados são frequentemente obtidos em condições de laboratório ou em casos isolados, e ainda não se traduzem em diretrizes padronizadas para equipamentos, fôrmas e processos industriais. Consequentemente, profissionais e incorporadoras continuam enfrentando dificuldades para confiar na técnica em projetos comerciais, sobretudo em edificações de larga escala ou na compatibilização com outros sistemas construtivos.

Além disso, barreiras institucionais e culturais contribuem para a percepção da taipa como um material alternativo e não como um sistema construtivo de fato. A limitada inserção em contextos urbanos, a associação histórica com construções informais e a percepção equivocada de que edificações em terra seriam vulneráveis à chuva ou à fissuração reforçam a resistência à sua adoção. Pesquisas indicam que esse imaginário social ainda influencia a tomada de decisão de arquitetos, engenheiros e incorporadores, mesmo em contextos normatizados e tecnicamente controlados (STEENBOCK; TAVARES, 2022; SILVA, 2000).

Outro ponto crítico refere-se à escassez de equipamentos padronizados e insumos específicos, confirmada pelo contato com empresas do setor. A necessidade de projetar internamente fôrmas e misturadores evidencia que a cadeia produtiva ainda não está consolidada, limitando a replicabilidade e a escalabilidade da técnica.

Para que a técnica da taipa de pilão possa se consolidar em larga escala, torna-se necessário um esforço coordenado entre pesquisadores, empresas do setor, órgãos normativos e, de forma central, as instituições de ensino superior responsáveis pela formação de arquitetos e engenheiros. As pesquisas aplicadas devem avançar na geração de dados técnicos confiáveis em condições reais de obra, enquanto as empresas precisam investir em equipamentos padronizados, fôrmas industrializadas e insumos específicos, garantindo replicabilidade e eficiência produtiva. Paralelamente, órgãos reguladores e associações profissionais devem fomentar a difusão de normas técnicas, certificações e diretrizes de boas práticas, ao passo que a incorporação sistemática da taipa de pilão nos currículos universitários é fundamental para qualificar profissionais capazes de projetar, especificar e gerir esse sistema construtivo. Somente por meio dessa ação integrada será possível superar as barreiras técnicas, produtivas e perceptivas atuais e consolidar a taipa de pilão como uma alternativa competitiva, confiável e sustentável no cenário construtivo contemporâneo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou os avanços tecnológicos e os desafios contemporâneos da taipa de pilão no Brasil, evidenciando seu potencial e os entraves à sua difusão em larga escala. Observou-se que, apesar da revalorização no contexto da construção sustentável e da publicação da NBR 17014 (ABNT, 2022), sua consolidação ainda enfrenta obstáculos relacionados à fragilidade da cadeia produtiva, à escassez de equipamentos padronizados e à limitada oferta de insumos específicos, além de barreiras culturais que associam a técnica à informalidade e ao baixo desempenho.

O estudo também mostrou que avanços como a mecanização da compactação, o desenvolvimento de fôrmas industrializadas, o controle tecnológico e as pesquisas sobre propriedades mecânicas têm elevado a confiabilidade da técnica e aproximado a taipa de pilão dos padrões exigidos por sistemas construtivos modernos. No entanto, a falta de padronização industrial, regulamentação consolidada e dados técnicos aplicáveis ao contexto comercial ainda limita sua adoção em maior escala.

O fortalecimento da taipa de pilão como alternativa construtiva competitiva depende da articulação entre pesquisadores, empresas, órgãos normativos e instituições educacionais, envolvendo a geração de dados técnicos em condições reais, a padronização de processos e equipamentos, a difusão de normas, a capacitação profissional e a sensibilização de arquitetos e engenheiros quanto aos seus benefícios. Embora não pretenda mapear de forma exaustiva o cenário nacional, o estudo identifica tendências e desafios que podem orientar estratégias para a expansão e consolidação da técnica em contextos contemporâneos.

13

7. AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos (processo 88887.160393/2025-00) e à empresa Taipal Brasil, pela disponibilidade em compartilhar informações, pelo acesso às suas práticas e pela autorização para visita à obra.

8. REFERÊNCIAS

ABBHILASH, H. N.; MOREL, J. C.; CHAMPIRÉ, F.; FABBRI, A. A novel experimental study to investigate the interface properties of rammed earth. **Construction Materials**, v. 175, n. 5, p. 1–30, dez. 2019.

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

BESSA, S. A. L.; VIMIEIRO, J. I. C.; LAGE, G. T. L.; ANDRADE, D. F.; MARTINS, B. L. A. Teoria e prática: relato de experiência em oficinas de construção com terra. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 08–16, 2025. DOI: 10.21680/2448-296X.2025v10n1ID34587.

CIANCIO, D.; BECKETT, C. Rammed earth: an overview of a sustainable construction material. In: **Proceedings of the 3rd Sustainable Construction Materials and Technologies Conference**, Kyoto, Japan, 2013. Disponível em: <<http://www.claisse.info/2013%20papers/data/e053.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2025.

CRISTELO, N.; GLENDINNING, S.; MIRANDA, T.; OLIVEIRA, D.; SILVA, R. Soil stabilisation using alkaline activation of fly ash for self compacting rammed Earth construction. **Construction and Building Materials**, v. 36, p. 7727-7735, 2012.

DINIZ, S. S. N. B. **Taipa de pilão: uma aproximação tecnológica por meio de exemplos em São Paulo**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FEIBER, S. D. Técnicas construtivas tradicionais: Os primórdios da sustentabilidade. **Revista Thêma et Scientia**, v.2, n. 1, p. 32-38, 2012.

FREITAS, L. E. Q.; OSTERMANN, E. A.; SANTOS, P. P. Eficiência energética e conforto ambiental na bioconstrução: integração sustentável para residências urbanas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, 11(10), 592–613, 2025. <https://doi.org/10.51891/rease.v11i10.21330>.

GIUFFRIDA, G.; CAPONETTO, R.; CUOMO, M. An overview on contemporary rammed earth buildings: technological advances in production, construction and material characterization. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 296, 2019.

HOUBÉN, H.; GUILLAUD, H. **Earth Construction: A Comprehensive Guide**. London: **Intermediate Technology Publications**, 1994.

LUO, Y.; ZHONG, H.; DING, N.; NI, P.; XU, Y.; PENG, X.; EASA, S. M. Bond–slip mechanism of rammed earth–timber joints in Chinese Hakka Tulou buildings. **Journal of Structural Engineering**, v. 147, n. 5, 2021.

MENDES, L. C. F.; BESSA, S. A. L. Análise da evolução tecnológica da taipa de pilão contemporânea. **IX Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 66–77, 2021.

MENDONÇA, I, K.; BESSA, S. A. L. Estabilização de solos para a produção de taipa de pilão com cimentos brasileiros. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.8, n.3, p.175-176, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n3.175-176>>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MINKE, G. **Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture**. Basel: Birkhäuser, 2006.

MORA-RUIZ, V.; SOTO-PAZ, J.; ATTIA, S.; MEJÍA-PARADA, C. Sustainable earthen construction: A meta-analytical review of environmental, mechanical, and thermal

performance. **Buildings**, v. 15, n. 6, p. 918, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/buildings15060918>>. Acesso em: 04 dez. 2025.

NEVES, C.; MARANHO, M. F.; LELIS, N.; FARIA, O. B. (orgs.). **Arquitetura e construção com terra no Brasil**. Tupã: PPGARQ, v. especial - ANAP, 2022. 251p.

PEIXOTO, M. V. S.; SOUZA, L. A. C.; REZENDE, M. A. P. O acervo em taipa de pilão em Minas Gerais e novas estratégias de conservação. In: VI CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 2016, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2016.

PISANI, M. A. J. **Taipas**: a arquitetura de terra. Sinergia. v. 5, n. 1. p. 9-15, 2004.

REZENDE, M. A. P. **Taipa de pilão histórica**: roteiro para reconstituição. *Arquiteturarevista*, v. 8, n. 2, p. 101-107, 2012.

SILVA, C. G. T. **Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua**. 2000. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2000.

SILVA, R. A.; OLIVEIRA, D. V.; MIRANDA, T.; CRISTELO, N.; ESCOBAR, M. C.; SOARES, E. Rammed earth construction with granitic residual soils: The case study of northern Portugal. **Construction and Building Materials**, v. 47, pp. 181-191, 2013.

SILVA, V. G. N.; RINALDI, R. A. G. Construções sustentáveis: edifícios em terra crua. *Scientific Journal ANAP*, edição especial | **Anais do 1º Seminário Nacional sobre a Educação Ambiental e a Cidade + Verde**, v. 1, n. 5, 2023.

STEENBOCK, G. E.; TAVARES, S. F. Taipa de pilão: do vernacular à mecanização – panorama mundial e brasileiro. **Vitruvius – Arquitectos**, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/22.263/8454>>. Acesso em: 22 jun. 2025.

THOMPSON, D.; AUGARDE, C.; OSORIO, J. P. A review of chemical stabilisation and fibre reinforcement techniques used to enhance the mechanical properties of rammed earth. **Discover Civil Engineering**, [S. l.], v. 1, p. 1-23, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s44290-025-00184-1>>. Acesso em: 03 jan. 2026.