

TEORIA E PRÁTICA: Relato de experiência em oficinas de construção com terra

TEORÍA Y PRÁCTICA: INFORME DE EXPERIENCIA EN TALLERES DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

THEORY AND PRACTICE: REPORT OF EXPERIENCE IN CONSTRUCTION WORKSHOPS WITH EARTH

BESSA, SOFIA ARAÚJO LIMA

Doutora em Engenharia Urbana, Professora do Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (PPG-ACPS, UFMG). E-mail: sofiabessa@ufmg.br

VIMIEIRO, JHADE IANE CUNHA

Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (PPG-ACPS, UFMG). Doutoranda em Engenharia e Ciência dos Materiais (USP-Pirassununga). E-mail: jhadevimieiro@gmail.com

LAGE, GABRIELA TAVARES DE LANNA

Mestre e Doutoranda em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (PPG-ACPS, UFMG). E-mail: gabrielatlanna@gmail.com

ANDRADE, DAYANE FÉLIX

Mestre e Doutoranda em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (PPG-ACPS, UFMG). E-mail: dayanefelixarq@gmail.com

MARTINS, BRUNA LOPES DE ANDRADE

Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (PPG-ACPS, UFMG). E-mail: b.lopesandrade@gmail.com

RESUMO

Oficinas de práticas arquitetônicas permitem a execução e a visualização prática de conhecimentos obtidos de forma teórica, o que denota especial importância para a difusão e compreensão de técnicas construtivas não convencionais no cenário da construção civil, como as técnicas construtivas de terra. Esse é o caso da taipa de pilão e do adobe, técnicas tradicionais não tão difundidas atualmente, mas com grande potencial para aplicações sustentáveis e de viés inovador. Este artigo trata do relato de experiência de três oficinas desenvolvidas no estado de Minas Gerais com o fim de transmitir saberes do modo de se construir com técnicas construtivas de terra em associação com rejeitos de mineração. As atividades foram divididas em uma seção teórica e outra prática, na qual foi incorporado ao solo rejeito de minério de ferro sedimentado, material disponível na região para reaproveitamento após o rompimento da Barragem de Fundão, na cidade de Mariana, MG. Questionários foram utilizados para avaliar o nível de familiaridade e percepções formadas antes e após as experiências acerca das técnicas construtivas apresentadas. Com isso, foi possível perceber que as oficinas se mostram como uma ferramenta eficaz para a divulgação e desmistificação de conceitos pré-concebidos sobre o uso da terra em construções.

PALAVRAS-CHAVE: oficina; adobe; taipa de pilão; construção com terra.

RESUMEN

Los talleres de arquitectura permiten la ejecución y visualización práctica de los conocimientos obtenidos teóricamente, lo que denota especial importancia para la difusión y comprensión de técnicas constructivas no convencionales en el escenario de la construcción civil, como las técnicas constructivas con tierra. Este es el caso de la tapia y el adobe, técnicas tradicionales no tan habituales hoy en día, pero con un gran potencial de aplicaciones sostenibles y innovadoras. Por lo tanto, esta investigación presenta un relato de experiencia de tres talleres desarrollados en el estado de Minas Gerais con el objetivo de transmitir conocimientos sobre cómo construir con tierra apisonada y adobe. Las actividades se dividieron en una sección teórica y otra práctica, en las que se incorporó al suelo sedimento de relaves de mineral de hierro, material disponible en la región para su reutilización luego de la ruptura de la presa del Fundao, Mariana, MG. Se utilizaron cuestionarios para evaluar el nivel de familiaridad y las percepciones formadas antes y después de las experiencias con respecto a las técnicas de construcción presentadas. Con esto, se pudo ver que los talleres son una herramienta eficaz para difundir y desmitificar ideas sobre el uso de la tierra en la construcción.

PALABRAS CLAVES: taller; adobe; tierra apisonada; construcción con tierra.

ABSTRACT

Architectural workshops allow the execution and practical visualization of knowledge obtained theoretically, which denotes special importance for the dissemination and understanding of unconventional construction techniques in the civil construction scenario, such as earthen construction techniques. This is the case of rammed earth and adobe, traditional techniques but with great potential for sustainable and innovative applications. This research therefore presents an experience report from three workshops developed in the state of Minas Gerais with the aim of transmitting knowledge on how to build using rammed earth and adobe. The activities were divided into a theoretical and a practical section, in which iron ore tailings sediment was incorporated into the soil, a material available in the region for reuse after the

rupture of the Fundao Dam, located in Mariana, MG. Questionnaires were used to assess the level of familiarity and perceptions formed before and after the experiences regarding the construction techniques presented. Therefore, it was possible to observe that the workshops are an effective tool for disseminating and demystifying ideas about the use of earth in construction.

KEYWORDS: workshop; adobe; rammed earth; earthen construction.

Recebido em: 10/11/2023

Aceito em: 27/11/2024

1 INTRODUÇÃO

No contexto da arquitetura, o canteiro experimental é um espaço que proporciona vivências e interações práticas com atividades relacionadas a conhecimentos científicos e teóricos. Em ambientes de ensino, oficinas que exploram técnicas construtivas permitem aguçar a sensibilidade de futuros arquitetos e construtores para estes saberes, sem que haja a cobrança naturalmente existente do canteiro de obras real, onde um erro pode custar a produtividade e as tarefas devem ser executadas com diligência (Ronconi, 2009).

Assim, dentre os saberes disponíveis no campo da arquitetura, as técnicas construtivas com terra se destacam pela sua relevância histórica, de uso tradicional e vernáculo, bem como pelo seu menor impacto ambiental. O uso da terra para construções é empregado mundialmente e possui muitas obras integrantes da lista de patrimônio mundial da UNESCO (Torgal; Eires; Jalali, 2009), além de ter como vantagens a elevada inércia térmica e o isolamento acústico do material (Cordeiro *et al.*, 2020).

Apesar disso, o valor histórico do uso da terra é muitas vezes confundido e equivocadamente atribuído a algo que não se adequaria às necessidades das construções atuais, o que evidencia o desconhecimento e os estigmas negativos associados à técnica. Pensando nisso, é urgente e necessário contribuir para a melhor difusão do conhecimento associado à técnica e combater a desinformação acerca do tema.

Dentro do cenário de técnicas construtivas com uso da terra, esta pesquisa concentra-se na taipa de pilão e no adobe. A taipa de pilão consiste na compressão do solo para moldagem de alvenarias, de forma manual ou mecânica, em uma fôrma temporária denominada taipal. Logo após o término da compactação do solo em camadas, as fôrmas são retiradas e a alvenaria inicia processo de secagem ou cura (quando há estabilizantes químicos) que dura em média 28 dias (Minke, 2015; Pisani, 2004; Luo *et al.*, 2021; Toufigh; Kianfar, 2019).

Já a produção do adobe consiste no amassamento de uma mistura plástica de solo previamente preparado e moldado em uma fôrma. O adobe é desmoldado logo após a moldagem e deixado para secar naturalmente ao ar livre (Rotondaro, 2011; Muñoz, *et al.*, 2020; Degirmenci, 2005). O adobe também tem como vantagem ser uma técnica de baixo impacto ambiental, principalmente quando se usa o solo local, evitando-se a emissão de CO₂ por conta do transporte de material (Weimer, 2012; Torgal; Eires; Jalali, 2009).

Por outro lado, na maior parte das vezes, a mistura de solo precisa ser estabilizada com o objetivo de melhorar os parâmetros de durabilidade da edificação, principalmente em se tratando de paredes externas (Hoffmann; Minto; Heise, 2011). A utilização de resíduos industriais como estabilizadores é preferível em comparação ao uso de materiais calcinados convencionais, como o cimento e a cal (Reddy *et al.*, 2014). Nesse sentido, o rejeito de minério de ferro, sedimentado no Rio Doce e em seus afluentes, em Minas Gerais, após o rompimento da barragem no município de Mariana (SEMAD, 2015), tem sido estudado como opção viável à estabilização da taipa de pilão e do adobe (Mendonça *et al.*, 2022).

Deste modo, esta pesquisa traz o relato de três experiências em Oficinas de caráter teórico e prático, que tiveram como objetivo abordar as técnicas construtivas de terra com estabilização do rejeito de minério de ferro sedimentado na Bacia do Rio Doce (RMF-S), nas cidades de Belo Horizonte, Mariana e Ouro Preto. Com isso, foi possível contemplar as distintas percepções em relação às construções com terra, além de abordar os desafios tecnológicos e as oportunidades que as técnicas podem agregar aos novos materiais e às comunidades, de modo a desmistificar conceitos pré-formados¹.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo descritivo traz, portanto, o relato de experiência de três oficinas com o objetivo de disseminar o conhecimento acerca das técnicas construtivas de terra, notadamente taipa de pilão e adobe, e visando a possibilidade de estabilização dos componentes com materiais inovadores.

A Oficina 1 ocorreu em Belo Horizonte, MG, com um total de 24 participantes e cinco horas de duração; a Oficina 2, na cidade de Mariana, MG, durante três noites (12h de atividades), com sete participantes; e a Oficina 3 foi realizada em Ouro Preto, MG, com 19 participantes e seis horas de atividades. A equipe responsável pelas oficinas era composta por duas alunas de graduação e três de pós-graduação, além de

uma docente coordenadora do projeto. O formato das oficinas, bem como a duração e o número máximo de participantes, foi definido pela instituição local em acordo com a disponibilidade e o tamanho do espaço físico (para a realização da parte prática) e o respectivo turno de funcionamento.

A experiência foi dividida em duas etapas, uma teórica e outra prática, ambas abordando as técnicas do adobe e da taipa de pilão. Para a interação prática, utilizou-se o RMF-S coletado na Bacia do Rio Doce, na região de Barra Longa, MG. Antes do início das oficinas, os participantes preencheram um questionário com o objetivo de coletar informações sobre a percepção em relação às técnicas construtivas de terra até aquele momento, antes da experiência da oficina. Ao fim da vivência, outro questionário foi disponibilizado aos participantes. A parte teórica foi ministrada em sala de aula e a parte prática foi desenvolvida sempre ao ar livre.

2.1 Teoria

A parte teórica, enquanto primeiro contato da maioria dos participantes, abordou os diversos aspectos relacionados às técnicas construtivas com terra, como os aspectos históricos, as vantagens e as desvantagens de cada técnica, além dos avanços e inovações tecnológicas da área. Um desses avanços é a incorporação de resíduos industriais para a estabilização dos componentes construtivos de terra (Silva *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2019; Olacia *et al.*, 2020). O rejeito de minério de ferro, sedimentado após o rompimento da barragem de Mariana, em Minas Gerais, foi utilizado, nesta pesquisa, como estabilizante físico do solo.

Conforme pesquisas recentes realizadas por este grupo, o RMF-S apresentou comportamento adequado quando incorporado ao solo da região central de Minas Gerais, notadamente argiloso (classificado como Argissolo) e composto, em sua maioria, por partículas com tamanho menor que 2,00 mm (silte e areia fina), para a produção de componentes de terra, com destaque para a taipa de pilão (Bessa *et al.*, 2024).

Dessa forma, além dos conhecimentos básicos acerca do funcionamento e da história da taipa de pilão e do adobe, foi realizada uma sensibilização com os participantes sobre o potencial do uso do rejeito de mineração, enfatizando a importância do uso de resíduos em associação a técnicas vernáculas da tradição construtiva brasileira. Temas correlatos como economia circular, diminuição do uso de materiais calcinados convencionais e a importância da redução das emissões de CO₂ também foram abordados nessa parte da oficina.

2.2 Prática

Na parte prática, os processos de preparação das misturas, a compactação da taipa de pilão e a moldagem dos adobes foram realizados com a participação de todos os alunos presentes. Para isso, utilizou-se o solo coletado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e RMF-S como estabilizador do solo, ambos previamente caracterizados (Mendonça *et al.*, 2022; Lage *et al.*, 2022; Lage *et al.*, 2023), a fim de que o material estivesse adequado ao preparo dos componentes. No caso do RMF-S, verificou-se que este contribuiu diretamente para a adequação da granulometria da mistura, uma vez que o solo utilizado possui elevado teor de argila (55,5% de argila e 28% de areia), enquanto o RMF-S possui uma granulometria mais arenosa, com 9,5% de argila e 41,5% de areia. Desse modo, a proporção da mistura adotada para o preparo da taipa de pilão e do adobe foi de 70% de substituição de solo por RMF-S, em massa.

Durante a experiência da taipa de pilão, conduzida conforme NBR 17014 (ABNT, 2022), os participantes puderam realizar o peneiramento, a homogeneização e a hidratação da mistura. A compactação do material foi realizada em camadas sucessivas com auxílio de um pilão de madeira, em uma fôrma de compensado naval resinado de 20x30x60 cm (largura, comprimento, altura). Após a compactação, a parede produzida foi desenhada e os alunos presentes puderam estabelecer um contato sensorial livre e investigativo com o produto, a partir do toque, da observação e avaliação da resistência do material a partir dos seus próprios pesos, ao testarem subir em cima da mini parede logo após a desmoldagem (Figura 1).

Já para o adobe, a mistura de solo e rejeito foi mensurada, homogeneizada e hidratada 24 horas antes das oficinas (NBR 16814, 2020), quando possível a depender da disponibilidade do local. Os alunos participantes realizaram o processo de amassamento da mistura com os pés para melhor destorroamento da argila presente no solo, o que se torna perceptível a partir da experiência tátil do procedimento. Anteriormente ao pisoteio, a textura da mistura era arenosa e quebradiça, enquanto após a ativação tornou-se mais plástica e maleável.

Figura 1: Prática da taipa de pilão, respectivamente: peneiramento (esq.), compactação (centro), e do teste pós-desmoldagem com a taipa (dir.), 2023.



Fonte: Autores

Com isso, foi possível moldar os adobes em fôrmas de 10cm de largura e 20cm de comprimento (Figura 2), e então desmoldá-los para secagem ao ar livre. Devido à elevada umidade do adobe ao ser desmoldado e à necessidade de um tempo maior para secagem, os participantes não puderam manusear os adobes preparados em oficina, mas outros adobes que já haviam sido previamente moldados foram disponibilizados para o contato e a investigação sensorial a cerca do peso, dimensões, formato das arestas e solidez.

Figura 2: Prática do adobe, respectivamente: amassamento do solo na Oficina 2 (esq.), moldagem na Oficina 1 (centro), e dos adobes prontos na Oficina 3 (dir.), 2023.



Fonte: Autores.

2.3 Questionários

As perguntas realizadas ao início das Oficinas tiveram o intuito de averiguar o nível de familiaridade e de conhecimento dos participantes em relação às técnicas construtivas de terra, além de verificar se havia algum conceito pré-formado em relação às mesmas. Foram elaboradas perguntas de múltipla escolha, com espaço adicional para respostas discursivas, caso desejado pelos participantes. As perguntas foram:

- Qual seu nível de familiaridade com a arquitetura de terra?
- Quando você teve seu primeiro contato com arquitetura de terra?
- Antes do primeiro contato, você tinha algum preconceito em relação à arquitetura de terra?
- Já morou ou conhece alguém que mora em casas de terra?
- Você conhece alguém que constrói/fabrica componentes construtivos com terra?
- Quantos anos você acha que pode durar uma edificação de terra?
- Você percebe existir quais atributos aos componentes construtivos de terra? (mais de uma opção poderia ser marcada, dentre elas: sustentabilidade, conforto, estética, utilização de poucos materiais, durabilidade, custo)
- Com o conhecimento anterior ao workshop, qual nível de probabilidade de você construir ou especificar técnicas construtivas de terra para uma edificação?

De forma semelhante, ao fim de cada oficina, outro questionário foi disponibilizado, com o intuito de comparar as percepções antes e após o contato com as técnicas construtivas apresentadas, sendo estes os pontos questionados:

- Na sua opinião, dos fatores abaixo (sustentabilidade, conforto térmico/acústico, estética, custo, manutenção, tempo demandado na construção), qual a ordem de importância em uma edificação?
- Depois do workshop, sua opinião mudou em relação aos atributos? Você percebe existir quais atributos aos componentes construtivos de terra? (mais de uma opção poderia ser marcada, dentre elas: sustentabilidade, conforto, estética, utilização de poucos materiais, durabilidade, custo)
- Depois do workshop, qual sua percepção dos componentes construtivos de terra?
- Depois do workshop, qual o nível de probabilidade de você construir ou especificar estas técnicas para construção de uma edificação?

Além disso, os participantes das oficinas foram questionados o que gostaram ou não em relação às técnicas de e adobe, ao que puderam responder livremente, sem opções prévias a serem marcadas. Também foram coletados os dados de idade e profissão dos presentes, o que diferiu conforme cada oficina. Isso permitiu compreender os recortes das respostas conforme o contato do participante com as técnicas, sendo este prévio ou não, e entender como a experiência no canteiro experimental afetou a percepção acerca dos modos de se construir com o uso da terra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em comparação com as três experiências, o público foi diverso, de acordo com os espaços de ensino onde as Oficinas foram realizadas. No caso da Oficina 1, o público foi majoritariamente na faixa entre 18 e 26 anos, com poucas exceções, enquanto na Oficina 2, a maior parte dos integrantes possuía entre 30 e 48 anos. Já a Oficina 3 possuiu um público diverso, entre 21 e 69 anos.

Os participantes da Oficina 3 já tinham maior contato com o tema, uma vez que 58% responderam já conhecer bem as técnicas construtivas apresentadas. No caso dos participantes das Oficinas 1 e 2, o maior número de repostas se concentrou nas opções que diziam já ter ouvido falar das técnicas, mas sem contato, ou mesmo que já haviam estudado, mas sem conhecer a fundo. Apenas 8% de pessoas da Oficina 1 e 14% da Oficina 2 responderam conhecer bem as técnicas.

Isso se reflete nas diferentes percepções acerca do tema antes e depois do contato prático. Na Oficina 3, 90% declararam não ter preconceitos com as formas de se construir com terra, enquanto na Oficina 2 não houve respostas declarando sentirem preconceito com as técnicas antes da experiência. Entretanto, na Oficina 1, que possuía o menor índice de pessoas com alguma familiaridade com o tema, apresentou o resultado de 46% de pessoas respondendo sentirem algum grau de preconceito formado antes de conhecerem melhor a taipa de pilão e o adobe, ou seja, um público em geral mais jovem. Entre os que marcaram que possuíam algum preconceito, as maiores preocupações elencadas foram:

- As técnicas construtivas de terra não serem resistentes ou duráveis
- A ideia de que as técnicas construtivas são empregadas apenas por pessoas com restrições econômicas
- A noção de que são técnicas arcaicas e em desuso
- Pouca qualidade estética atribuída
- Proliferação de insetos nas alvenarias construídas com estas técnicas

Essas respostas demonstram que ainda existem percepções negativas e estigmas atribuídos às técnicas construtivas de terra que precisaram ser discutidos e desmitificados ao decorrer das atividades práticas. Estereótipos tais como, a associação desses modos de se construir apenas a pessoas com restrições econômicas também é uma realidade em outros países, especialmente em países em desenvolvimento com a Índia (Kulshreshtha *et al.*, 2020). Isso se deve ao resultado de fatores sociais, culturais e econômicos que influenciam a percepção das pessoas em geral a respeito das habitações feitas com terra e técnicas tradicionais.

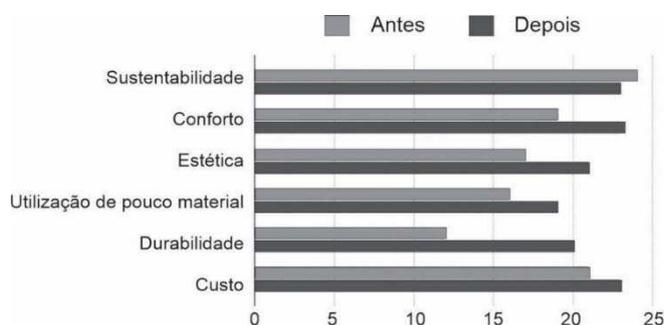
Em entrevista a um arquiteto indiano, Kulshreshtha *et al.* (2020) identificaram o depoimento de que “apesar das construções com terra serem sustentáveis e confortáveis, há um status relacionado a ter uma habitação em concreto, o que evidencia o fator cultural atrelado ao preconceito”. Para Braga e Nascimento (2023), que também realizaram experiências de canteiro experimental na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), a terra foi marginalizada e interpretada como arcaica dentro do cenário construtivo, mas é perfeitamente moldável ao panorama contemporâneo.

Nesse sentido, canteiros experimentais, contatos práticos e a divisão de saberes são ferramentas possíveis para a mudança de percepções pré-formadas. No contexto das oficinas realizadas, transformações nas respostas foram visíveis, ao se comparar as opiniões antes e após as vivências.

Acerca dos atributos considerados, observou-se que ao início da Oficina 1, apenas 50% dos participantes atribuíram a característica de durabilidade aos componentes construtivos de terra, enquanto ao término da

Oficina esse número aumentou significativamente para 83% (Figura 3). Na Oficina 2 também houve uma mudança na atribuição da característica de durabilidade de 46% ao início da oficina para 100% ao final.

Figura 3: Comparativo de respostas quanto aos atributos dos componentes construtivos de terra segundo os participantes da Oficina 1, 2023.

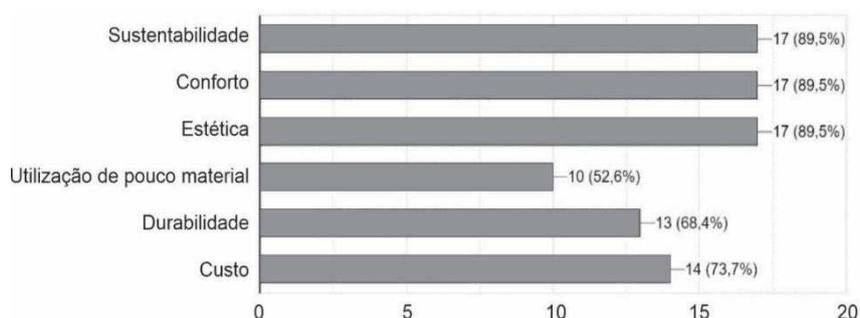


Fonte: Autores.

A noção de que as técnicas de construção com terra utilizariam poucos insumos também foram atributos que receberam poucas marcações ao início das três oficinas. Outro atributo que merece destaque para a mudança de percepção é a qualidade estética das construções em taipa de pilão e adobe. No caso da Oficina 3, esse foi um atributo marcado por 90% dos participantes (Figura 4), mesmo antes do contato prático e da melhor visualização do produto.

Na Oficina 1 houve um aumento de 17% em relação à percepção ao senso de estética como um ponto positivo das construções com terra. Levando-se em consideração que alguns dos preconceitos mais relatados pelos participantes antes da Oficina 1 eram a baixa durabilidade e a incipiente qualidade estética, tais resultados demonstram o êxito em produzir uma sensibilização e aproximação dos participantes às particularidades da taipa de pilão e do adobe.

Figura 4: Comparativo de respostas quanto aos atributos dos componentes construtivos de terra segundo os participantes da Oficina 3, 2023.



Fonte: Autores.

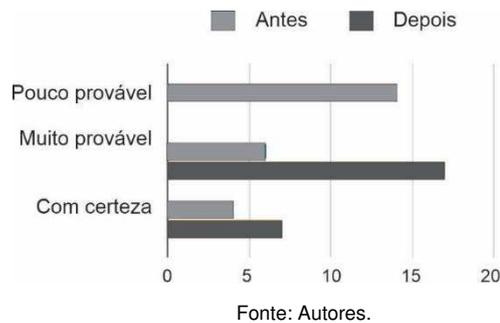
Parte dessa mudança de percepção deve-se, também, ao conteúdo repassado na parte teórica das oficinas. Os conceitos relacionados à prática contemporânea das técnicas de construção com terra foram bastante exemplificados. Não somente os dados relacionados às questões ambientais, um tema contemporâneo e urgente, mas também em relação à compatibilidade dessas técnicas com os materiais convencionais e com as formas contemporâneas, muito bem exploradas nos países desenvolvidos e, em menor grau, aqui no Brasil.

A sustentabilidade foi um atributo bem classificado para as técnicas construtivas com terra desde o momento do questionário inicial nas três oficinas produzidas, equivalendo a 90% de respostas positivas em Ouro Preto; 86% em Mariana; e 100% em Belo Horizonte. Semelhante a isso, as experiências de Mendes e Silva (2019), na Universidade de São Francisco, também apontaram para a relação entre construções de terra e a sustentabilidade. Nas questões abertas, momento em que os participantes deveriam apontar o que haviam gostado na taipa de pilão, a técnica foi citada como boa opção para substituição de materiais convencionais

por àqueles mais sustentáveis, além de ser entendida como inovadora, embora seja uma prática antiga (Mendes e Silva, 2019).

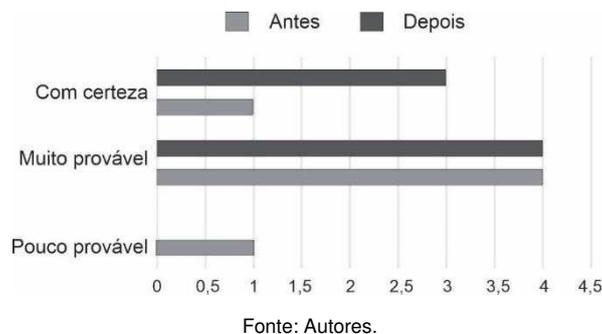
Ainda na questão sobre as mudanças de percepção após a participação nas oficinas, percebeu-se diferenciações nas respostas acerca da probabilidade de os participantes especificarem ou projetarem futuramente construções com o uso de técnicas construtivas de terra. Antes da Oficina 1, apenas 25% responderam que muito provavelmente especificarão essas técnicas em seus projetos futuros e 16% afirmaram que com certeza especificarão. Ao fim da experiência, 70% dos participantes responderam que seria muito provável utilizar ou especificar técnicas com terra para uma edificação, enquanto 29% responderam que com certeza especificarão (Figura 5).

Figura 5: Comparativo de respostas quanto à probabilidade de o participante construir ou especificar técnicas construtivas de terra antes e depois das oficinas, segundo os participantes da Oficina 1, 2023.



Na experiência da Oficina 3, boa parte dos participantes (36%), ao início da oficina, responderam que com certeza construiriam ou especificariam as técnicas com terra, 32% disseram que seria muito provável e 32% que seria pouco provável. Já no início da Oficina 2 apenas 14% responderam que com certeza especificariam as técnicas, enquanto ao final esse número subiu para 43%. Da mesma forma, 57% afirmaram antes da prática que seria muito provável especificar ou construir com o uso da terra e 14% disseram ser pouco provável, ao passo que no fim da oficina manteve-se o valor de 57% para as respostas que declararam como muito provável e não houve marcações na opção de ser pouco provável construir ou especificar as técnicas construtivas (Figura 6).

Figura 6: Comparativo de respostas quanto à probabilidade de o participante construir ou especificar técnicas construtivas de terra antes e depois das Oficinas, segundo os participantes da Oficina 2, 2023.



Além disso, em relação às percepções verificadas, 87% dos participantes da Oficina 1 responderam, depois da experiência prática, que componentes construtivos de terra parecem ser seguros e resistentes. Na Oficina 2, o número foi de 86% para respostas que consideravam a taipa de pilão e o adobe seguros e resistentes; e na Oficina 3 todas as pessoas que responderam ao questionário final marcaram essa opção para descrever sua percepção acerca dos componentes de terra.

Por fim, sabe-se que em canteiros experimentais e práticas de arquitetura, o resultado não é tão importante quanto o caminho percorrido (Bessa e Librelotto, 2021). Entretanto, os questionários desenvolvidos foram adequados para documentar e quantificar algumas das questões observadas nos momentos de realização das oficinas, questões essas que demonstraram a importância da divulgação de conhecimento de pesquisa

e as trocas de experiências para a difusão de novas perspectivas em relação a saberes tradicionais, de valor histórico e cultural.

4 CONCLUSÃO

Dessa forma, as oficinas teórico-práticas mostraram-se como uma ferramenta eficiente para a divulgação e a sensibilização dos conhecimentos técnicos e tradicionais a respeito de formas de se construir com o uso da terra, que sejam a taipa de pilão ou o adobe. A abordagem escolhida trouxe como resultados algumas mudanças de percepção, especialmente em participantes que tiveram nas oficinas o seu primeiro contato com essas técnicas construtivas.

É válido ressaltar que a combinação de aulas teóricas, com as experiências práticas é fundamental para uma melhor compreensão das técnicas, tanto pelo fator histórico presente no tema, quanto pelas possibilidades de agregar os conceitos de pesquisa e inovação no campo da sustentabilidade. Apesar de ser necessário um conhecimento mais aprofundado para aplicar a taipa de pilão e o adobe em uma edificação de fato, as oficinas são uma oportunidade para despertar interesses e desmistificar ideias, ao passo que divulgam conhecimento científico necessário a ambientes ligados à arquitetura, arte, patrimônio e construção.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16814*: Adobe: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 17014*: Taipa de pilão: requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2022.
- BESSA, S. A. L. ; LIBRELOTTO, L. I. A importância das práticas construtivas nos canteiros experimentais em cursos de arquitetura e urbanismo. *PARC : PESQUISA EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO*, v. 12, p. e021028, 2021. DOI : <https://doi.org/10.20396/parc.v12i00.8660850>.
- BESSA, S. A. L. ; DUARTE, M. S. ; LAGE, G. T. L. ; MENDONÇA, I. K. ; LAGO, R. M. ; TEIXEIRA, A. P. C. ; LAMEIRAS, F. S. ; AGUILAR, M. T. P. Characterization and Analysis of Iron Ore Tailings Sediments and Their Possible Applications in Earthen Construction. *Buildings*, v. 14, p. 362, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14020362>.
- BRAGA, I. ; NASCIMENTO, I. Estudo de práticas acadêmicas para promoção de construção de habitações sustentáveis. *Brazilian Journal of Development*, v.9, 2023. Disponível em <https://doi.org/10.34117/bjdv9n5-258>.
- CORDEIRO, C. C. M. ; BRANDÃO, D. Q. ; DURANTE, L. C., et al. Caracterização termofísica de solo laterítico para produção de taipa. *Revista Matéria*, v. 25 (1), 2020. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200001.0889>.
- DEGIRMENCI, N. The use of industrial wastes in adobe stabilization. *Journal of Science*, p. 505 - 515. ISSN 1303-9709, 2005.
- HOFFMANN, M. V. ; MINTO, F. C. N. ; HEISE, A. F. Taipa de Pilão. In : Neves, C. ; Faria, O. B. (Org.). *Técnicas de construção com terra*. Bauru : FEB-UNESP / PROTERRA. p. 46-60, 2011.
- LAGE, G. T. L. ; MENDONÇA, I. K. ; NOGUEIRA, J. A. W. ; BESSA, S.A.L. Análise mecânica de solo estabilizado com sedimento da Barragem de Fundão. In : VIII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 2022, Florianópolis. *Anais do TerraBrasil 2022*. Florianópolis : UFSC, 2022. p. 70-80.
- LAGE, G. T. L. ; BESSA, S. A. L. ; SANTOS, W. J. Potencial de estabilização da taipa de pilão com rejeitos de mineração e cal. In : 8o Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2023, Foz do Iguaçu. *Anais do 8o ENARC*. Porto Alegre: ANTAC, 2023.
- LI, R. ; ZHOU, Y. ; LI, C. ; LI, S. ; HUANG, Z. Recycling of industrial waste iron tailings in porous bricks with low thermal conductivity. *Construction and Building Materials*, v. 213, p. 43–50, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.040>.
- KULSHRESHTHA, Y. ; MOTA, N. J. A. ; JAGADISH, K. S. ; BREDENOORD, J. ; VARDON, P. J. ; LOOSDRECHT, M. C. M. ; JONKERS, H. M. The potential and current status of earthen material for low-cost housing in rural India. *Construction and Building Materials*, v.247, 2020. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118615>.
- LUO, Y. ; ZHOU, P. ; NI, P. ; PENG, X. ; YE, J. Degradation of rammed earth under soluble salts attack and drying-wetting cycles : The case of Fujian Tulou, China. *Applied Clay Science*, v.212, 2021. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.clay.2021.106202>.
- MENDES, B. S. ; SILVA, W. L. M. O incentivo do uso da taipa de pilão. Engenharia civil: Universidade de São Francisco, Bragança Paulista, 2019. Disponível em <https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3142.pdf>. Acesso em 25 out. 2023.

MENDONÇA, I. K. ; LAGE, G. T. L. ; NOGUEIRA, J. A. W. ; BESSA, S.A.L. Análise da estabilização de solos com cimentos brasileiros para a produção da taipa de pilão. In : VIII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 2022, Florianópolis. *Anais do TerraBrasil 2022*. Florianópolis : UFSC, 2022. p. 81-89

MINKE, G. *Manual de Construção com Terra : uma arquitetura sustentável*. 1. ed. São Paulo, B4, 2015.

MUÑOZ, P. ; LETELIER, V. ; MUÑOZ, L. ; BUSTAMANTE, M. A. Adobe bricks reinforced with paper e pulp wastes improving thermal and mechanical properties. *Construction and Building Materials*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119314>.

OLACIA, E., PISELLO, A. L. ; CHIODO, V. ; MAISANO, S. ; FRAZZICA, A. CABEZA, L. F. Sustainable adobe bricks with seagrass fibres. Mechanical and thermal properties characterization. *Construction and Building Materials*, v.239, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117669>.

PISANI, M. A. J. Taipas: A Arquitetura de Terra. *Sinergia*, São Paulo, v. 5, n.1, p. 09-15, 2004.

VENKATARAMA REDDY, B.V. ; LEUZINGER, G. ; SREERAM, V.S. Low embodied energy cement stabilised rammed earth building – A case study. *Energy and Buildings*, v. 68 (2014) 541–546.

RONCONI, R. L. N. *A experimentação prática construtiva na formação do arquiteto*. Dissertação de mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

ROTONDARO, R. Adobe. In: Neves, C.; Faria, O. B. (Org.). *Técnicas de Construção com terra*, p. 16 – 25, 2011.

SEMAD. *Desastre ambiental em Mariana e recuperação do Rio Doce*. 2005. Disponível em <http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13-informativo/2879-desastre-ambiental-em-mariana-e-recuperacao-da-bacia-do-rio-doce>. Acesso em 25 de outubro de 2023.

SILVA, F. L. Da *et al*. Study of the recovery and recycling of tailings from the concentration of iron ore for the production of ceramic. *Ceramics International*, v. 40, n. 10, p. 16085–16089, 2014. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.07.145>.

TORGAL, F. P. ; EIRES, R. M. G. ; JALALI, S. *Construção em Terra*. TecMinho: Guimarães, 2009.

TOUFIGH, V.; KIANFAR, E. The effects of stabilizers on the thermal and the mechanical properties of rammed earth at various humidities and their environmental impacts. *Construction and Building Materials*, v.200, p. 616–629, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.050>. Acesso em 25 de outubro de 2023.

WEIMER, G. *Arquitetura popular brasileira*. 2ª edição. São Paulo: Editora WMF Martins Fonte, 2012.

NOTAS

¹Agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo financiamento desta pesquisa (APQ 05495-18 e APQ00172-23).

NOTA DO EDITOR (*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade das autoras.