

**EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS EM TAIPA DE PILÃO:
estudo da Casa-Laboratório do IFSC, São Carlos-SC**

***SUSTAINABLE BUILDINGS IN RAMMED EARTH:
study of the IFSC Laboratory House, São Carlos-SC***

Anderson Renato Vobornik Wolenski, Doutor em Estruturas, Docente do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus São Carlos-SC.

anderson.wolenski@ifsc.edu.br

Luiz Fernando Zambiasi Trentin, Graduando em Engenharia Civil, Universidade do Oeste Catarinense (UNOESC), campus Xanxerê-SC.

fzt.luiz@gmail.com

Alexandre Pagliari Taffarel, Aluno do Técnico em Edificações, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus São Carlos-SC.

alexandre.t2007@aluno.ifsc.edu.br

Alana Kétilin Pagliari Taffarel, Aluna do Técnico em Edificações, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus São Carlos-SC.

alana.k11@aluno.ifsc.edu.br

Cássio Alexandre Bariviera, Arquiteto e Urbanista, Mestre em Dinâmicas Regionais e Desenvolvimento, Docente da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Chapecó-SC.

cassio.bariviera@gmail.com

Número da sessão temática da submissão – [2]

Resumo

Estudos sobre edificações sustentáveis trazem novos métodos construtivos para o nosso cotidiano, de modo a desafiar a construção civil tradicional que se baseia em sua maioria de materiais não renováveis. O sistema em Taipa de Pilão é uma alternativa que possibilita construir de forma mais sustentável, dadas às melhorias significativas no conforto termoacústico e, por consequência, na otimização do consumo energético, aspectos estes pautados pela norma ABNT NBR 17014 (2022) e que tem auxiliado na emancipação deste sistema, ainda pouco explorado no Brasil. Neste sentido, a presente pesquisa está pautada no estudo da Casa-Laboratório do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus São Carlos, cujas paredes foram erguidas em Taipa de Pilão, com resultados que demonstram um excelente desempenho destes elementos autoportantes em terra.

Palavras-chave: Terra; Solo-Cimento; Método Construtivo; Sustentabilidade.



Abstract

Studies on sustainable buildings bring new construction methods to our daily lives, to challenge traditional civil construction, mostly based on non-renewable materials. The system in Rammed Earth is an alternative that makes it possible to build in a more sustainable way, given the significant improvements in thermo-acoustic comfort and, consequently, the optimization of energy consumption, aspects guided by the ABNT NBR 17014 (2022) standard, which has helped in the emancipation of this system, still little explored in Brazil. In this sense, the present research is based on the study of the Laboratory-House of the Federal Institute of Santa Catarina (IFSC), São Carlos-SC, whose walls were built in Rammed Earth, with results demonstrating the excellent performance of these self-supporting elements building with earth

Keywords: *Earth; Soil-Cement; Construction Method; Sustainability.*

1. Introdução

A construção civil figura entre as atividades que mais impactam o meio ambiente, tendo em vista a alta geração de resíduos, o alto custo energético e as significativas quantidades de poluentes, decorrentes dos processos de extração das matérias primas. Um dos principais agravantes dessa realidade é o cimento Portland, que desponta como um dos principais emissores de gases de efeito estufa. O aumento global no setor da construção civil mostrou uma ampliação nas emissões de CO₂ em 10 gigatoneladas no último ano (ONU News, 2024). Esta visão sistêmica sobre a manufatura e o uso dos materiais de uma edificação é resultado de um necessário movimento de incentivo ao uso de insumos locais e que incorporem processos produtivos cujo impacto possa ser medido e ou controlado.

Dentre os materiais com potencial para se edificar de modo mais sustentável, a terra tem sido adotada em diferentes sistemas construtivos, capazes de reduzir significativamente os impactos ambientais em relação a materiais não renováveis, como o aço e o cimento. Podendo ainda destacar, para além de suas vantagens ambientais, as melhorias no conforto termoacústico proporcionados pelo material, tornando a edificação mais saudável e sustentável.

Por ser um sistema que produz paredes autoportantes, a Taipa de Pilão tem se destacado no cenário mundial, todavia, ainda carente de visibilidade e de insumos que a tornem a sua utilização tecnologicamente viável e economicamente competitiva, principalmente no cenário brasileiro. Este sistema se baseia em uma parede executada com terra compactada dentro de fôrmas removíveis (taipais), que resulta em um elemento monolítico (ABNT NBR 17014, 2022). Cabendo destacar que esse sistema construtivo não é uma novidade no Brasil, diversas construções datadas do período colonial apresentam essa técnica, entretanto, tem sido bastante desafiador resgatá-la e direcioná-la para uma arquitetura contemporânea.

Historicamente, as construções com terra são conhecidas há mais de nove mil anos, sendo diversamente utilizadas em culturas antigas, tanto em pequenas residências quanto em grandes templos (MINKE, 2022). O desuso da técnica da taipa de pilão dos países desenvolvidos tem raiz na difusão de materiais mais modernos, como o aço e o concreto (SILVA et al., 2013), e mais especificamente no Brasil, com a popularização do uso dos tijolos cerâmicos e do cimento portland, que substituiu a profissão dos taapeiros e adobeiros pela mão de obra dos pedreiros (PISSANI, 2004).

Neste cenário, o Egito tornou-se um dos países pioneiros a inserir novas tecnologias nesse sistema construtivo. O arquiteto Hassan Fathy da Universidade do Cairo, através de estudos e pesquisas encontrou novas possibilidades para o uso da Taipa de Pilão a partir da



implementação de novos equipamentos, métodos, ferramentas e design, viabilizando a sua utilização na contemporaneidade (GATTI, 2012). Hoje, as construções com terra já podem ser encontradas em diferentes países, executadas tanto com técnicas de produção artesanais, quanto a partir de aprimorados processos de industrialização, como a taipa de pilão mecanizada (MAIA, ANDRADE E FARIA, 2016).

Para Mendes e Bessa (2021) as pesquisas mais recentes acerca deste sistema construtivo, visam alcançar composições que aprimorem as características físico-mecânicas das paredes de uma edificação com terra, vez que essas construções apresentam uma massa térmica elevada, ou seja, conseguem absorver o calor, retê-lo e, em seguida, liberá-lo com o tempo. Tal fenômeno possibilita oferecer um maior conforto térmico ao usuário, moderando as flutuações térmicas dentro da residência (LOVEC *et al.*, 2018).

Para Wolenski *et al.* (2023) o desenvolvimento de estudos que viabilizem o uso da terra como um material passível de ser utilizado dentro de um processo construtivo é essencial, dada a sua capacidade de contribuir para uma construção civil mais eficiente, energética e economicamente viável, ao tempo que também tem o potencial de ampliar o campo de atuação de profissionais que buscam inovar em seus projetos de edificações tendo a sustentabilidade como princípio, e por ser um material encontrado *in natura* e amplamente disponível, por apresentar propriedades favoráveis como as higrótérmicas, acústicas, de resistência ao fogo, baixa toxicidade e capacidade de reciclagem ao final de sua vida útil, o uso da terra na construção civil mostra-se bastante promissor (PACHECO-TORGAL e JALAL, 2011).

Partindo da ótica da sustentabilidade e viabilidade técnica, a presente pesquisa está pautada no estudo da Casa-Laboratório do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus São Carlos-SC, cujas paredes foram erguidas com o sistema construtivo em Taipa de Pilão, com resultados prévios que demonstram um excelente desempenho destes elementos autoportantes com terra.

2. Materiais e Métodos

As etapas experimentais deste estudo foram conduzidas com base nos procedimentos metodológicos e normativos adequados a cada prática construtiva, além de seguir rigorosamente as normas técnicas de classificação do solo, principal material adotado na execução das paredes em Taipa de Pilão da Casa-Laboratório. Todo o processo metodológico foi fundamentado em normas de caracterização físico-mecânica do solo-cimento, além de consultas a trabalhos científicos (normatizados e/ou empíricos) que contribuíram para o entendimento e aplicação das metodologias adotadas neste estudo de caso.

A caracterização físico-mecânica do solo que compõe as paredes em Taipa de Pilão foi realizada a partir da coleta inicial extraída *in loco* no município de Palmeira das Missões, noroeste do Rio Grande do Sul. Para avaliar sua conformidade física em relação à composição granulométrica, foram determinados os percentuais de areia, argila e silte (ABNT NBR 7181, 2016), definindo as frações fina e grossa presentes no solo coletado. Foram determinados ainda os limites de liquidez e plasticidade (ABNT NBR 6459, 2016) e a coesão e a capacidade de compactação dos solos (ABNT NBR 7180, 2016).

Para a caracterização mecânica, foram moldados corpos de prova por meio de compactação (ABNT NBR 12023, 2012). Para avaliar seu uso em paredes autoportantes, os corpos de prova foram submetidos a ensaio de compressão após um período de cura de 28

dias (ABNT NBR 12025, 2012), sobre o qual o teste foi realizado sob uma taxa de incremento de tensão de $(0,25 \pm 0,10)$ MPa/min, em uma prensa servo controlada com capacidade máxima de 1.000 kN (Intermetric iM Unique 2223[©]).

Após a obtenção e validação destes resultados, duas cargas de terra foram transportadas até o município de São Carlos, SC, no IFSC para darmos sequência às práticas experimentais com as paredes da Casa-Laboratório. No total, foram transportados aproximadamente um volume de 30 m³ de solo *in natura*, livre de material orgânico e ideal para uso no sistema construtivo em Taipa de Pilão.

Por se tratar de uma terra silto-arenosa, o processamento do solo para uso na execução das paredes da Casa-Laboratório foi mínimo, bastando armazená-lo sob lonas impermeáveis para evitar as fortes chuvas, mantendo-o em estado úmido. Posteriormente, o solo foi peneirado em uma peneira rotativa e armazenado em caixas fechadas até o dia da execução das paredes.

No dia da execução os traços de solo-cimento foram estabilizados com um percentual de 10% em adição de cimento Portland CP II-Z-32, em relação à massa total de terra. Essa adição teve como objetivo o alcance de um material com características de baixa permeabilidade, elevada densidade e capacidade de carga mínima de 2 MPa, conforme especificado na norma ABNT NBR 17014 (2022). A compactação foi realizada com pilões manuais, a fim de obter paredes monolíticas rígidas e livres de trincas ou fissuras, com ótimo acabamento estético da sua superfície.

3. Resultados e Discussões

As paredes executadas da Casa-Laboratório apresentaram ótimos resultados em termos de durabilidade, resistência e estética, seja pela sua textura, coloração e rusticidade. Para alcançar tais resultados, o primeiro desafio esteve atrelado à montagem dos taipais, compostos por estruturas metálicas, escoramentos e tapumes, a fim de garantir a estanqueidade durante a elevação das paredes em Taipa de Pilão, conforme ilustra a Figura 1.



Figura 1: Sistema de formas adotadas para execução das paredes em Taipa de Pilão. Fonte: autores.

Todo o sistema foi pensado do ponto de vista prático para trazer viabilidade técnica para sua replicação por outras construtoras e/ou pessoas da grande área da construção civil. Desta forma, todo o custo para montar este sistema por completo está presente na Tabela 1.

Tabela 1: Custo Total do Sistema Construtivo (Taipal) utilizado na execução das paredes da Casa-Laboratório.

<i>Descrição</i>	<i>Unid.</i>	<i>Quant.</i>	<i>Preço Unitário</i>	<i>Preço Total</i>
Vigas metálicas de 3 metros	un	10	R\$ 175,00	R\$ 1.750,00
Vigas metálicas de 2,5 metros	un	8	R\$ 137,50	R\$ 1.100,00
Tapumes Plastificados (Espessura 18mm)	un	5	R\$ 105,00	R\$ 525,00
Barra rosqueada com 2 porcas (c/ 1 metro)	un	10	R\$ 31,10	R\$ 311,00
Quadro metálico das laterais (Larg. 25cm)	un	2	R\$ 125,00	R\$ 250,00
Aprumadores (c/ 3 metros)	un	4	R\$ 197,38	R\$ 789,52
Custo total do sistema construtivo - Taipal				R\$ 4.725,52

Fonte: Autores (2025).

Cabe destacar que, do custo total de R\$ 4.725,52 referente aos taipais, o valor poderá ser diluído, vez que todo o sistema de formas poderá ser reutilizado em outras obras que requeiram o método construtivo em Taipa de Pilão. Por isso, recomenda-se que este custo não adentre totalmente no custo da edificação, de modo a não elevar o custo final com itens indiretos de infraestrutura para execução das paredes.

Ao todo foram erguidas 9 (nove) paredes e a cada nova parede, foram sendo realizadas correções e ajustes visando otimizar o processo. As paredes foram executadas com o auxílio de mutirões de voluntários em datas pré-organizadas, incluindo docentes e servidores do IFSC, servidores de outras instituições de ensino, arquitetos, engenheiros civis, pedreiros e demais interessados da grande área da construção civil, além dos bolsistas de pesquisa e extensão vinculados ao Projeto Taipa de Pilão, pesquisa essa em andamento desde o ano de 2021 no campus do IFSC, São Carlos-SC.

Na Tabela 2, tem-se o detalhamento de cada trecho de parede e seus quantitativos finais para uma análise preliminar acerca de sua viabilidade técnica e econômica.

Tabela 2: Detalhamento das paredes executadas ao longo da construção da Casa-Laboratório.

<i>ID</i>	<i>Data de Execução</i>	<i>Metragem Linear (m)</i>	<i>Metragem Cúbica (m³)</i>	<i>Tempo de Execução (h)</i>	<i>Qt. Voluntários</i>	<i>Qt. Terra (kg)</i>	<i>Qt. Cimento (sacos de 50kg)</i>
1	31/08/24	1,40	0,91	5	6	2115	4,5
2	14/09/24	1,40	0,91	5	6	2115	4,5
3	28/09/24	2,10	1,365	6	10	3172	6
4	19/10/24	2,50	1,625	6	8	3776	8
5	09/11/24	2,40	1,56	6	8	3625	6,5
6	13/11/24	2,45	1,59	8	10	3701	7,5
7	23/11/24	2,55	1,657	8	12	3852	9
8	09/12/24	2,00	1,30	6	10	3044	5
9	14/12/24	2,00	1,30	6	11	3044	5,5
Quantitativos		18,8 metros	12,22 m³	56 horas	9 pessoas (em Média)	≈ 28,5 toneladas	56,5 sacos

Fonte: Autores (2025).

Ao analisar os dados apresentados na Tabela 2, alguns resultados quantitativos podem ser extraídos de modo a compreender os custos diretos dos materiais necessários para construir as paredes da Casa-Laboratório do IFSC, com uso do sistema em Taipa de Pilão, bem como, o rendimento para executá-las.

Ao tomar o tempo de execução (em horas), pela metragem cúbica, pode-se estimar um rendimento aproximado de 4,5 m³ de parede a cada hora trabalhada, ao contar com o número médio de 9 trabalhadores. Este volume de produção é bastante elevado quando comparado à construção de edificações com sistemas tradicionais, como a alvenaria em tijolo.

Destaca-se que neste tempo, estão alocadas as horas para a execução da parede propriamente dita, não levando em consideração o tempo de trabalho para montagem prévia do taipal, nem mesmo o tempo necessário para preparar o solo, que requer o peneiramento e armazenamento prévios antes do dia da execução. Para estes pontos, pode-se estimar um gasto de 6h/média para montagem de cada taipal, sendo os taipais montados por nove vezes para execução das 9 (nove) paredes.

Quanto ao peneiramento, utilizamos peneira rotativa, que melhora significativamente a quantidade de solo peneirado. Na Figura 2 tem-se a peneira utilizada e o solo em estado úmido sendo peneirado para posterior armazenamento em caixas que comportam aproximadamente 2 m³ de solo peneirado e pronto para ser utilizado nas paredes. Estima-se um total de 4 horas/média para peneirar este volume de armazenagem, algo que só é possível pelo uso da peneira e do correto armazenamento do solo, coberto com lonas para mantê-lo em estado ideal para peneiração.



Figura 2: Processo de peneiramento do solo, antes do dia de execução da parede. Fonte: autores.

Após este processo de peneiramento e armazenagem do solo, bem como, da montagem do Taipal, as paredes foram erguidas em 9 etapas. Na Figura 3, tem-se uma visão geral de algumas das paredes executadas da Casa-Laboratório do IFSC, São Carlos. Essas paredes se

destacam por não apresentarem fissuras ou trincas estruturais, além de alcançarem uma aparência, textura e resistência a abrasividade adequadas para compor uma edificação com paredes autoportantes e apelo altamente sustentável.

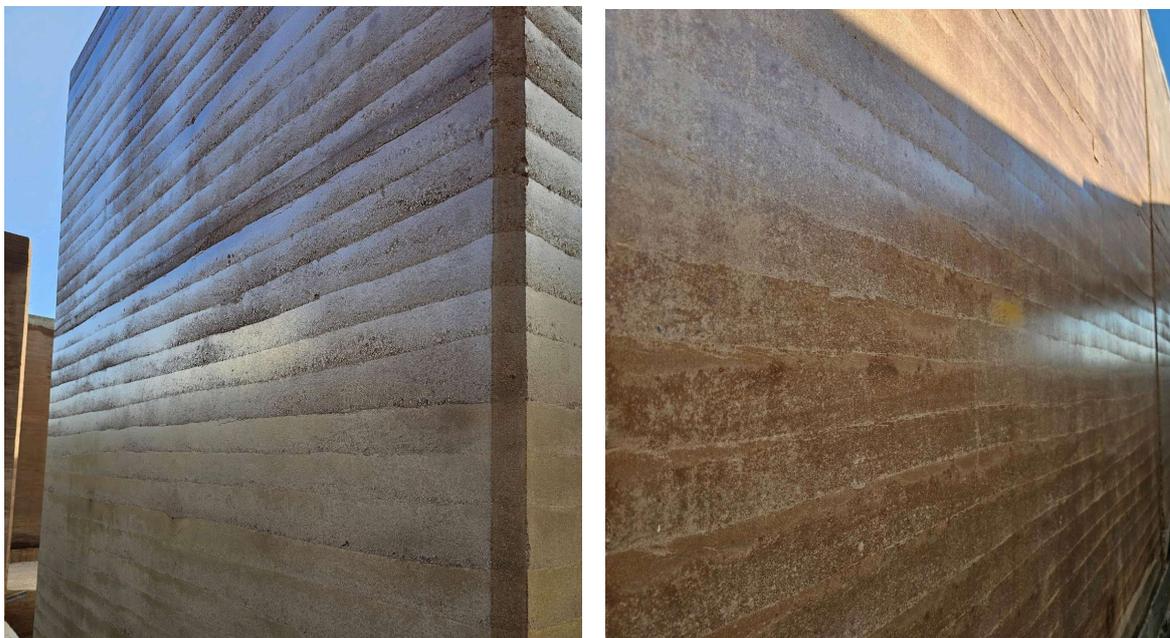


Figura 3: Detalhes do acabamento final das paredes em Taipa de Pilão após a aplicação das três demãos de resina hidrofugante. Fonte: autores.

Na Figura 4, tem-se uma visão geral da entrada principal da Casa-Laboratório do IFSC, São Carlos, com todas as 9 (nove) paredes finalizadas.



Figura 4: Detalhes das paredes vistas da entrada principal da Casa-Laboratório. Fonte: autores.

Já na Figura 5, tem-se uma visão aérea das paredes da Casa-Laboratório, com as vigas de amarração em concreto armado, sendo estas, estruturas auxiliares que servem como travamento das paredes em seus sentidos transversais. Ao mesmo tempo, nota-se a ausência de pilares, uma vez que as paredes são autoportantes e altamente resistentes à compressão.

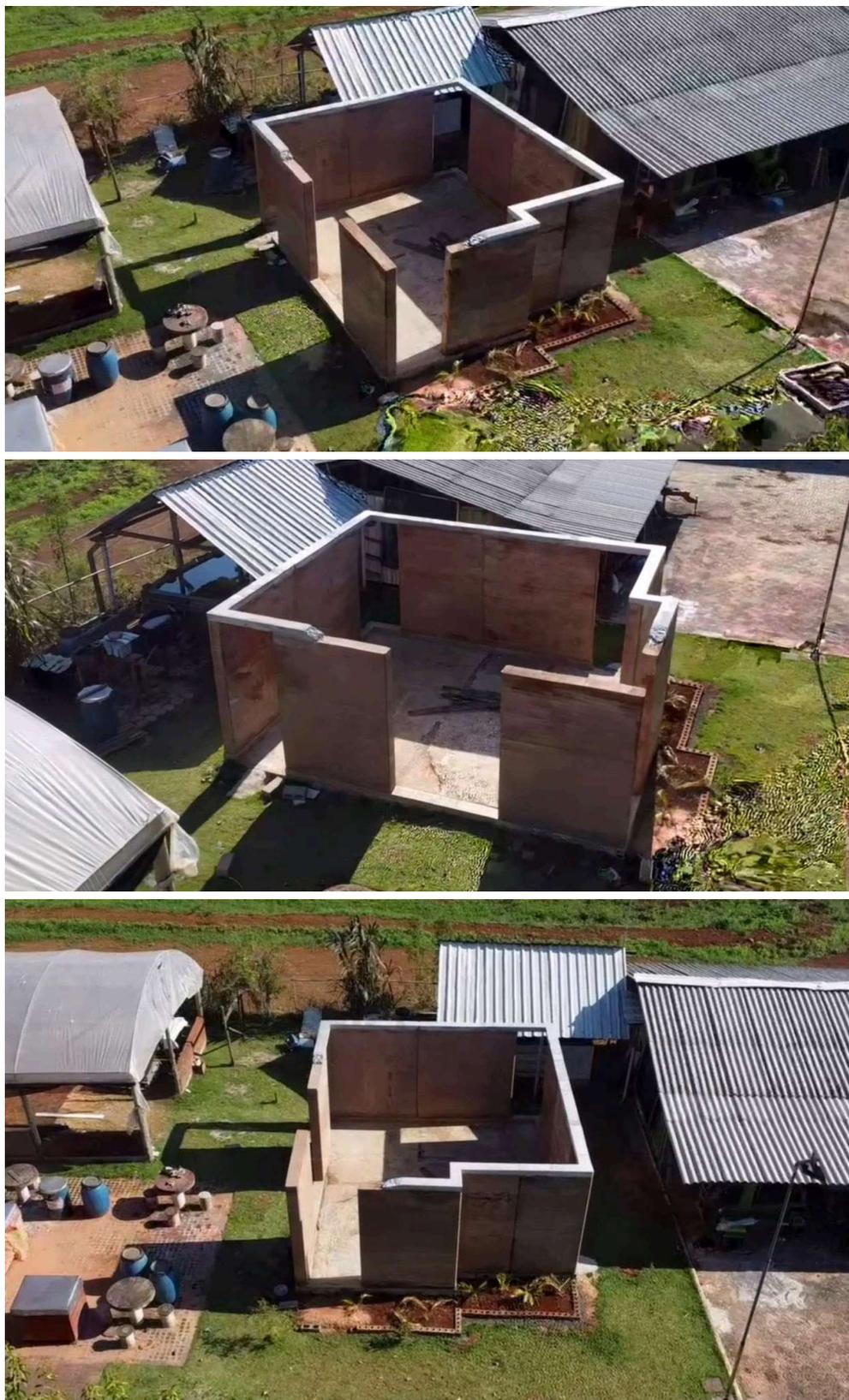


Figura 5: Paredes vistas de cima, em fase final de concretagem das vigas de respaldo. Fonte: autores.



Por fim, em uma última análise quantitativa, a partir do contingente de material empregado na construção das paredes da casa, pode-se obter o custo por metragem cúbica para execução das paredes em Taipa de Pilão. Na Tabela 3 tem o resumo deste quantitativo.

Tabela 3: Custo final para execução de 1 m³ de paredes em Taipa de Pilão.

<i>Descrição</i>	<i>Unid.</i>	<i>Quant.</i>	<i>Preço Unitário</i>	<i>Preço Total</i>
Solo Palmeiras das Missões (RS)	m ³	1,66	R\$ 60,00	R\$ 99,60
Transporte do Solo (200km)	m ³	1,66	R\$ 40,00	R\$ 66,40
Resina Hidrofugante	L	1,19	R\$ 21,61	R\$ 25,72
Cimento Portland - 50Kg	un	4	R\$ 36,00	R\$ 144,00
Custo total dos materiais para 1m³ de parede com 25cm de espessura				R\$ 335,72

Fonte: Autores (2025).

A partir do valor encontrado na Tabela 3, pode-se estimar, portanto, o custo total empregado para construir as paredes da Casa-Laboratório. Nota-se, que o custo se resume ao quantitativo de materiais e não leva em consideração o custo da mão de obra, por dois motivos, sendo o principal deles a ausência de mão de obra capacitada e que conheça a fundo este sistema construtivo em nossa região e o uso de mutirões para a construção.

Sabendo-se, portanto, que o custo por metragem cúbica dos materiais utilizados para construir em Taipa de Pilão foi de R\$ 335,72, pode-se estimar que foram empenhados um valor total de R\$ 4102,50 de materiais, tomando o valor em metros cúbicos de paredes executadas (Tabela 2) e o custo unitário (Tabela 3). Deste total, R\$ 2034,00 custeou o cimento, R\$ 314,30 custeou a resina hidrofugante e o valor restante de R\$ 2028,50 para custeio da terra e seu transporte. Deste resumo, podem-se destacar alguns pontos cruciais:

- 1) Cerca de 50% do valor gasto com os materiais estão alocados para custeio do cimento, sendo este o material de maior impacto ao meio ambiente e, portanto, o material que carece de maiores pesquisas para ser substituído integral ou parcialmente em meio ao traço de solo-cimento adotado para as paredes em Taipa de Pilão;
- 2) Outros 50% do valor está alocado em gastos com a terra e sua movimentação entre o município de Palmeiras das Missões, RS, distante 200 km do IFSC, São Carlos-SC. Nota-se a importância de buscar um solo adequado mais próximo da região em que a edificação será executada, inclusive, podendo ser um solo da própria área, como por exemplo, da terra extraída da terraplanagem ou da fundação da construção. Neste sentido, a depender da região e de como serão os trabalhos de nivelamento do terreno e até mesmo a fundação, este custo de 50% do valor para se construir em Taipa de Pilão, pode ser reduzido ou até mesmo excluído do quantitativo final.

Destaca-se também que o presente estudo está pautado apenas na execução das paredes em Taipa de Pilão da Casa-Laboratório do IFSC, São Carlos-SC. Contudo, enquanto propostas de trabalhos futuros, já se almejam alguns estudos prévios para execução do telhado a partir do uso de estruturas de bambu.

Na Figura 6 tem-se a maquete virtual que estimamos para sequência da construção desta importante edificação, que além de abrigar um futuro laboratório de análises direcionadas aos sistemas construtivos em terra, também possui o status de ser uma edificação experimental que estará sendo constantemente avaliada, monitorada e servirá como referências para futuras construções em Taipa de Pilão na região e a nível de Brasil.



Figura 6: Maquete virtual da Casa-Laboratório com a previsão futura da cobertura com estrutura em bambu e telhas termo acústica de aluzinco. Fonte: autores.

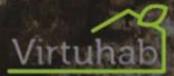
Por fim, reforça-se o fato do valor da mão de obra para execução das paredes não ter sido considerada no presente estudo, tendo em vista que as paredes da Casa-Laboratório foram todas construídas na forma de mutirões de voluntários. Além disso, sabe-se que a região do presente estudo não possui profissionais da construção civil aptos para executarem este sistema construtivo. Logo, em uma eventual construção que demande o custeio da mão de obra, deve-se de antemão avaliar a possibilidade de realização de capacitação técnica para toda equipe que trabalhará na execução da edificação.

4. Considerações Finais

A terra adotada na Casa-Laboratório do IFSC, campus São Carlos, atendeu plenamente os parâmetros físicos e mecânicos exigidos pela norma, com a obtenção de paredes monolíticas e autoportantes robustas, com superfícies uniformes e livres de patologias.

Tais resultados abrem perspectivas promissoras para a criação de uma nova cadeia produtiva na região noroeste do Rio Grande do Sul, assim como no oeste de Santa Catarina, com a possibilidade de surgir novos projetos com o sistema construtivo em Taipa de Pilão e uso do solo aqui caracterizado. Assim, essa iniciativa também busca promover o desenvolvimento econômico local e da região no entorno do IFSC, São Carlos-SC e contribuir para a preservação cultural das práticas construtivas ambientalmente responsáveis.

A execução precisa do sistema construtivo em Taipa de Pilão, com o solo deste estudo, reforça o potencial desta técnica como uma alternativa construtiva ecológica. Essa abordagem



também valoriza o uso de materiais locais e renováveis promovendo a preservação do meio ambiente. A combinação de tradição e inovação oferece uma oportunidade para desenvolver projetos que atendem as necessidades atuais não comprometendo os recursos do futuro.

Como proposta futura, reforça-se a necessidade da avaliação dos custos globais indiretos da edificação, bem como, dos valores atrelados a mão de obra, setor este desconhecido e/ou inexistente na região oeste do Estado de Santa Catarina.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17014: Taipa de pilão –requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2021.

_____. NBR 6459: Solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 7180: Solo – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 7181: Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 12023: Solo-cimento – ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2012.

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

GATTI, F. Arquitectura y construcción en tierra: estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra. Dissertação de mestrado. Barcelona, UPC, 2012, p. 45.

LOVEC, V.B.; JOVANOVIĆ-POPOVIĆ, M.D.; ŽIVKOVIĆ, B.D. The thermal behavior of rammed earth wall in traditional house in vojvodina thermal mass as a key element for thermal comfort. Thermal Science, v. 22, pp. S1143-S1155, 2018.

MINKE, G. Manual de construção com terra: a terra como manual de construção e seu uso na arquitetura. Lauro de Freitas: Solisluna, 2022. 224 p. Traduzido por Jorge Simões.

ONU News (2024). Emissões de CO2 na área de construção civil atingem novo recorde. Acesso em 20/06/2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/11/1805122>

PACHECO-TORGAL, F.; JALAL I, Said. Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. Construction and building materials, v. 29, p. 512-519, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.054>.

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

WOLENSKI, A.R.V.; HEUSER, C.A.; WELTER, E.L.; KOPPE, E.; BARIVIERA, C.A. Caracterização físico-mecânica de solo-cimento para fins de produção de paredes em taipa de pilão. In: ENSUS 2023 - XI Encontro de Sustentabilidade em Projeto, UFSC, 2023.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pelo auxílio financeiro aos projetos de pesquisa que originaram o presente artigo e a empresa De Marco Mineração, de Palmeiras das Missões-RS, pelo fornecimento dos solos estudados nesta pesquisa.