



O INCENTIVO DO USO E A PERCEPÇÃO DA TAIPA DE PILÃO *THE INCENTIVE OF USING AND PERCEPTION OF RAMMED EARTH*

MENDES, Bruna Sayuri¹; SILVA, Wellyngton Leite de Morais²;

Orientador: Prof. Esp. Rafael Augusto Valentin da Cruz Magdalena - Universidade São Francisco (USF), Bragança Paulista, SP

brunamendes965@gmail.com; wetto4@hotmail.com

RESUMO. Muitas discussões ocorrem em torno do impacto ambiental gerado pelo setor da construção civil, e desse modo, é necessário estudar a aplicação de alternativas nas construções, sejam em materiais ou técnicas, que gerem menor impacto ao meio ambiente. Ao estudar a contribuição da construção em terra para a sustentabilidade e para o conforto térmico de seus ocupantes, busca-se difundir sua maior utilização. O uso da terra crua como material construtivo é milenar, tendo sido reduzido devido ao advento de inovações tecnológicas e inserção de novos materiais no mercado. Com objetivo de resgatar, divulgar e incentivar seu uso, ao passo que a taipa de pilão não é um método construtivo utilizado frequentemente, foi desenvolvida a construção de um protótipo de parede em taipa de pilão, a fim de proporcionar às pessoas o conhecimento da técnica, além do contato visual e físico. Assim, o método para realização deste trabalho baseou-se em uma pesquisa quantitativa em torno desta parede, ao coletar, por meio de questionário distribuído aos participantes, dados para identificar a percepção, avaliação, e requisitos das pessoas quanto a técnica. Os resultados demonstram afinal que a percepção das pessoas é positiva considerando sua maioria, levando em conta que em suas respostas, a maior parte dos indivíduos mostrou ser adepta a taipa de alguma forma, seja em construções mistas ou para casas de férias ou passeio. Com a técnica sendo quase desconhecida a princípio, conforme apontado na pesquisa, trazê-la ao conhecimento foi essencial para sua compreensão e incentivo como método construtivo.

Palavras-chave: taipa de pilão, terra, meio ambiente, construção, percepção.

ABSTRACT. Many discussions take place around the environmental impact generated by the construction sector, and therefore, it is necessary to study the application of alternatives in the constructions, whether in materials or techniques, that generate less impact to the environment. When studying the contribution of rammed earth construction to the sustainability and thermal comfort of its occupants, it is sought to spread its greater use. The use of raw earth as constructive material is millenarian, having been reduced due to the advent of technological innovations and the insertion of new materials in the market. In order to rescue, publicize and encourage its use, while rammed earth is not a frequently used construction method, the construction of a prototype wall was developed in order to provide people with the knowledge of the technique, in addition to visual and physical contact. Thus, the method to perform this work was based on the quantitative research around this wall, by collecting, through a questionnaire distributed to the participants, data to identify the perception, evaluation, and requirements of the people regarding the technique. The results show that the perception of people is positive considering their majority, taking into account that in their answers, most of the individuals showed to be adept to the clay in some way, be it in mixed constructions or for holiday homes or promenades. With the technique being almost unknown, the pointed out in



the research, bringing it to the knowledge was essential for its understanding and incentive as a constructive method.

Keywords: rammed earth, clay, environment, construction, perception.

INTRODUÇÃO

Existe atualmente, devido aos impactos ambientais gerados pelo setor da construção civil, conforme apontam Carvalho e Lopes (2012), a necessidade de implantar e desenvolver técnicas de construção que sigam parâmetros sustentáveis, onde consumam de forma racional menos energia, menos recursos naturais e que sejam ainda, renováveis, duráveis, não poluentes e se possível, sujeito ao reaproveitamento e presentes no próprio local.

A terra crua como material construtivo teve seu uso muito empregado ao longo da história da humanidade, e seu potencial e durabilidade são assegurados por meio das construções realizadas em tempos remotos, que persistem até os dias atuais suportando as intempéries e o próprio tempo. Exemplo disso são as construções existentes em Jericó, China, Mesopotâmia, Iraque, Irã e em vários países do continente africano, que remetem cerca de 8000 anos a.C.

No Brasil, as técnicas mais utilizadas para construção empregando a terra, foram o adobe, a taipa de mão ou pau-a-pique, e a taipa de pilão, que predominaram na arquitetura paulista do período colonial, e também nos estados de Goiás e Minas Gerais (PISANI, 2004).

Segundo Schmidt (1946 apud PISANI, 2004), a taipa de pilão entrou em decadência quase cem anos depois do surgimento dos tijolos maciços comuns, pois estes apresentavam maior rapidez de construção a custos menores.

Somado a introdução de novos materiais, conforme apontam Carvalho, Lopes e Matos (2010) houve também a introdução dos processos industriais no século XIX, então apesar de amplamente utilizadas e difundidas, a taipa foi sendo esquecida e substituída. Então, devido à perda das características de execução, falta de conhecimentos apropriados (pela versatilidade da construção) e conseqüente redução da qualidade final da obra, a terra passou a ser associada às construções precárias.

No final do século XX, os problemas ambientais causados pela ação do homem devido a produção de bens de consumo e espaço urbano, tornam-se evidentes, resultando na reflexão da sociedade sobre reverter esse cenário. Assim, a arquitetura e a construção com terra retornam como alternativa sustentável, incentivando a busca e a oferta para a capacitação de profissionais preocupados em atender aos novos paradigmas (FARIA; NEVES, 2011).

De acordo com Minke (2006, p. 11),

a terra está voltando a ser usada como material de construção. Cada vez mais, as pessoas que constroem suas casas procuram edificações eficientes econômica e energeticamente, dando maior valor à saúde e à temperatura interior equilibrada. Estão começando a perceber que a terra, como material de construção natural, é superior aos materiais de construção industriais como o concreto, tijolo e cal-arenito. Foram desenvolvidas recentemente, novas técnicas de construção com terra para demonstrar o seu valor não só na autoconstrução, mas também na construção em larga escala envolvendo empreiteiros.

A taipa de pilão



O sistema construtivo em taipa de pilão, consiste de formas (chamadas taipais) onde a terra é depositada em camadas de 10 a 15 centímetros, e após é compactada manualmente com o auxílio do pilão ou mecanicamente, utilizando o compactador pneumático, mais eficiente em termos de velocidade e qualidade de compactação. O resultado, após a desforma, é uma parede feita de material relativamente barato e isotérmico natural (MAIA, 2016).

Essas paredes, conforme aponta Achcar (2016), possuem a característica de armazenamento térmico, pois retardam a passagem da temperatura externa para o interior da edificação. Assim, em climas quentes ou temperados o ambiente interno permanece com uma temperatura estável, pois o calor acumulado passa lentamente pela taipa, retardando sua difusão para o interior.

Em contrapartida, conforme lembrado por Mascaró (2006 apud MAIA, 2016), a ineficiência térmica dos materiais aplicados na edificação, é compensada com grande utilização de energia para ser climatizado artificialmente, trazendo custos de operação e manutenção para os sistemas de condicionamento, que poderiam ser evitados com paredes bem concebidas.

Segundo a NBR 6502 (ABNT, 1995), o solo apresenta partículas que são agrupadas conforme suas dimensões, sendo:

- a) Argila: diâmetros menores que 0,002 mm;
- b) Silte: diâmetros entre 0,002 mm e 0,03 mm;
- c) Areia: diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 2,0 mm;
- d) Pedregulho: diâmetros entre 2,0 mm e 60 mm.

Para a construção em taipa, estudos indicam que os solos devem apresentar baixa quantidade de silte, pouca ou nenhuma matéria orgânica, e teor próximo de 30% de argila e 70% de areia (CRATERRE, 1979 apud ACHCAR, 2016).

Segundo Faria e Neves (2011), a areia é elemento importante porque é a parte estável da terra, enquanto a argila é o principal elemento de coesão do solo e permite a aderência das partículas presentes na mistura.

Depois de analisar o solo disponível, deve-se considerar sobre a necessidade da correção granulométrica, ou seja, de misturar com outro tipo de solo para melhorar as características. O solo disponível (chamado de T_{co} , terra do canteiro de obras) pode ser corrigido acrescentando outro tipo de solo, mais arenoso ou mesmo areia pura (chamada de T_t , terra transportada) para obter a terra ideal (T_i). Para calcular a proporção (P) a acrescentar de terra transportada, sendo todos valores em percentuais, pode-se usar a seguinte equação:

$$P = \frac{T_{co} - T_i}{T_i - T_t}$$

Onde, T_{co} : percentual de areia presente na terra do canteiro de obras; T_t : percentual de areia presente na terra transportada e T_i : percentual de areia presente na terra ideal.

Após analisar a terra disponível e necessidade de sua correção, deve-se avaliar a necessidade do uso de aglomerantes para ajudar na estabilização. Os aglomerantes mais conhecidos são: o cimento Portland, e a cal virgem ou hidratada. De modo geral, terras arenosas combinam melhor com cimento e terras argilosas com cal (NEVES et al., 2009).

De acordo com Beckett e Ciancio (2015), a quantidade aceitável a se acrescentar de cimento à mistura é de 5% a 15%, em termos de garantia de esforços estruturais, longevidade, estabilização e capacidade de suportar cargas em compressão.

Segundo Neves et al. (2009), a análise criteriosa dos solos ocorre por meio de ensaios de laboratório, sendo aplicada a norma NBR 7181 (ABNT, 1984) para a análise granulométrica



de solos. Os testes de campo, que indiretamente avaliam a granulometria, trabalhabilidade e características da terra, indicam, mesmo que de forma empírica, conclusões eficientes.

Como exemplo, têm-se o teste da queda da bola, que demonstra o tipo da terra em função de sua coesão. Este teste consiste em tomar uma fração da terra seca, umedecê-la e compor uma bola com diâmetro de cerca de 30 mm, e após deixá-la cair de aproximadamente um metro de altura. Com isso, é possível identificar o principal constituinte da terra com base em seu espalhamento, onde terras arenosas se espalham dispersando-se e as argilosas se espalham pouco se mantendo mais coesas.

Outro teste, o chamado teste do rolo, busca verificar se a terra é adequada para utilização na taipa, consistindo em pegar uma fração de terra umedecida e elaborar um cordão com 200 mm de comprimento e 25 mm de diâmetro. Após, ao deslizar suavemente este cordão sobre uma superfície lisa de borda arredondada, o segmento em balanço deve se romper. Com base no comprimento do segmento rompido, deve-se analisar:

- Se o segmento rompido possuir menos de 80 mm, não há argila suficiente;
- Se o rompimento for entre 80 mm e 120 mm, a argila é ideal;
- Se o rompimento ocorrer com mais de 120 mm, há argila demasiada.

Ao comprimir uma porção da mistura da terra umedecida com a mão, é possível determinar se existe a umidade necessária para o processo de compactação: ao abrir a mão, deve-se visualizar o sinal dos dedos e, ao cair da altura de 1 metro, a porção deve se desagregar. Caso não seja possível formar o bolo com a mão, a umidade não é suficiente; se ao cair permanecer coeso, existe umidade em excesso.

No canteiro de obras, segundo Heise (2004), o processo construtivo inicia-se com a preparação da mistura. A terra quando compactada reduz seu volume em 60%.

As fôrmas são importantes equipamentos no processo, pois devem ser resistentes à força do impacto do compactador e à pressão exercida pela terra durante sua compactação, devendo ser fáceis de operar, pois ocorre sua montagem e desmontagem (FARIA; NEVES, 2011).

A mistura é disposta dentro das fôrmas em camadas de 10 a 15 centímetros. Com espessuras de 30 a 120 centímetros, o taapeiro trabalha dentro da forma, o que facilita o adensamento. A terra é então compactada com golpes contínuos utilizando pilões manuais ou mecânicos que, depois de apiloadas ficam com espessuras menores (PISANI, 2004).

A forma é desmontada logo que se termina a compactação. Em seguida, a forma deve ser montada para prosseguir a execução da taipa (FARIA; NEVES, 2011).

Heise (2004) salienta que processo de cura de paredes de taipa estabilizada é importante porque garante a umidade que as reações químicas necessitam, provendo a resistência final do material. A taipa que usa a terra estabilizada com cimento deve ser mantida úmida, pelo menos, durante 3 dias, com a molhagem sucessiva da parede.

Segundo Faria e Neves (2011), terminado o processo de cura, podem ser aplicados diversos acabamentos sobre a superfície como rebocos, pinturas e hidrofugantes.

Com referência às instalações elétricas e hidráulicas, elas podem ser executadas posteriormente ao painel pronto, por meio do corte da parede e embutimento de eletrodutos e tubos. Outra forma, é realizar a instalação durante o processo de compactação, fazendo a previsão dos locais de passagem das instalações e colocar o encanamento dentro das formas (HEISE, 2004). No entanto, como aponta Oliveira (2012), o mais comum é que as instalações sejam instaladas externamente as paredes, ou ainda, segundo Eires, Jalali e Torgal, (2009), é possível incluir a tubulação apenas em paredes interiores que podem não ser em taipa.



Segundo Faria e Neves (2011), com o uso de terra apropriada e feito o controle rigoroso do procedimento são esperados valores de resistência à compressão de 3,5 MPa. É possível verificar a resistência da parede feita por meio do ensaio do anel volumétrico. Recentemente é estudado a possibilidade de determinação dos parâmetros estruturais utilizando equipamentos de ultrassom.

Ainda, segundo os autores, o cuidado a ser considerado na parede em terra é a respeito da erosão que existe em contato com a água. Deve-se proteger a base e o topo das paredes com o uso de elementos construtivos, como beirais largos e pingadeiras, e realizar impermeabilização das fundações, que devem ficar acima do solo, evitando o contato direto da parede com o chão, além de considerar a aplicação de hidrofugante.

O fato de a terra utilizada ser de local próximo ou até mesmo da obra, minimiza os custos com transporte (entre extração, produção e local de uso). Esse custo também é reduzido com o treinamento da mão de obra especializada, diminuindo o tempo de construção (OLIVEIRA, 2012).

Assim, o grande estímulo para o desenvolvimento deste tipo de construção, é a procura por métodos de construção menos agressivos para o meio ambiente e mais sustentáveis tanto nos níveis econômico, ecológico e social (PONTE, 2012).

Conforme aponta Guerra (2017) considerando a busca por edificações mais corretas ecologicamente, ao procurar introduzir um novo produto ou sistema construtivo no mercado que atenda às necessidades atuais, é importante o contato direto com os possíveis usuários para suscitar maior conhecimento, esclarecimento e aceitação, identificando os requisitos quanto às suas características e contribuindo para melhorar a técnica.

METODOLOGIA

Considerando que a taipa de pilão não é uma técnica construtiva frequentemente utilizada, este trabalho procurou identificar a percepção quanto a este método construtivo. Dessa forma, foi desenvolvida a construção de um protótipo de parede em taipa de pilão, procurando proporcionar às pessoas o maior conhecimento da técnica, além do contato visual e físico. Logo após, por meio de questionário, foram coletados dados para identificar a percepção, avaliação e obstáculos para a maior inserção da técnica no mercado.

Elaboração da parede

Para realização do protótipo da parede utilizando a taipa de pilão, primeiramente foi necessário realizar o estudo da fôrma, ou seja, projetar o molde responsável por conter o solo durante o processo de compactação.

Assim, foi necessário estudar o material a ser utilizado, o tamanho necessário, o modo como a terra seria compactada, e as uniões entre os componentes da fôrma.

O material escolhido para a fôrma foram placas de madeirite plastificado, para um acabamento mais liso, comumente utilizadas em fôrmas para lajes, vigas e pilares.

Como a fôrma deve ser construída para que permita a retirada dos seus diversos elementos com relativa facilidade e, principalmente sem choques, optou-se por fazer o travamento entre os elementos utilizando vergalhões, com diâmetro 3/8 (9 mm) e roscas, que uniriam as duas pranchas laterais de madeirite. Caibros foram utilizados para fornecer maior resistência à fôrma e nos cantos escolheu-se utilizar cantoneiras de metal, para garantir que a fôrma não deformaria durante a compactação.



Para a definição do tamanho do protótipo, considerando que a parede contribuiria na percepção, deveria ser buscado o maior tamanho dentro da otimização dos materiais. Assim, foi definido uma parede no formato “L”, com espessura de 0,30m. O projeto final e suas dimensões estão retratadas na Figura 1 e seu modelo na Figura 2.

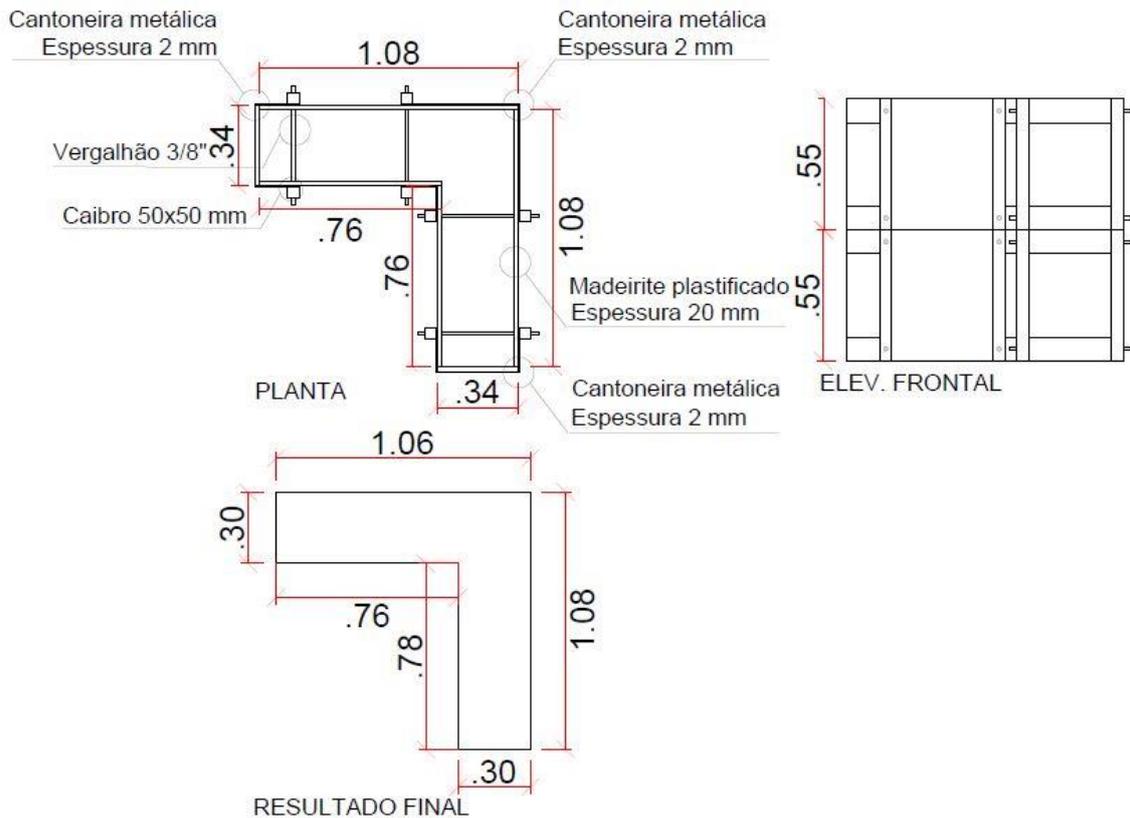


Figura 1 – Projeto do protótipo
(Fonte: Próprios autores).

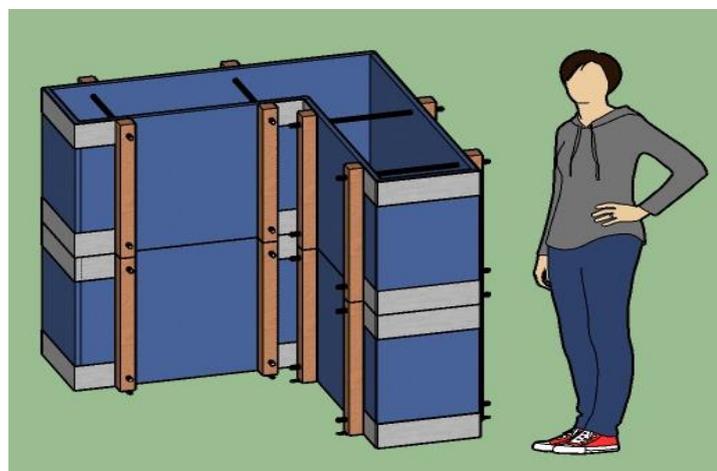


Figura 2 – Modelo 3D da fôrma
(Fonte: Próprios autores).



Após a escolha dos materiais e com base no projeto desenvolvido, foi realizado o levantamento dos materiais, quantidades e pesquisa de preços.

Testes com o solo

Considerando que o solo recomendado para a construção em taipa é composto de cerca de 30% de argila e 70% de areia, testes foram feitos para levantar a composição do solo.

Inicialmente, tomou-se uma porção de 100g da terra sem umidade, com o auxílio de uma balança de precisão, e após, foi passada pela Peneira Granulométrica Malha 200 para assegurar a retenção da parte arenosa. Os procedimentos estão representados na Figura 3.



Figura 3 – Balança com 100g de terra (à esquerda) e processo de peneiramento (à direita)
(Fonte: Próprios autores).

A terra que restou na peneira foi então “cozida” a fim de retirar toda umidade para ser pesada novamente, conforme Figura 4. Assim, com a balança indicando a quantidade de areia existente, considerando o total de 100g iniciais, foi possível determinar o percentual de areia presente na terra.



Figura 4 – Terra sendo “cozida” (à esquerda) e sendo pesada posteriormente (à direita)
(Fonte: Próprios autores).



Assim, com a balança indicando 31g, constatou-se que a fração de terra inicial apresentava 31% de areia e 69% de argila, sendo considerado um solo argiloso. Este teste foi repetido e suas médias resultaram em 67,5% de argila e 32,5% de areia.

Se fez necessário então, corrigir a granulometria, adicionando areia para alcançar a porcentagem esperada.

Considerando que a Tco (terra do canteiro de obras) possuía 32,5% de areia, para se obter a terra com 70% de areia, e considerando que a Tt contém 100% de areia, calcula-se:

$$P = \frac{32,5 - 70}{70 - 100}$$
$$P = 1,25$$

$P = 1,25$, ou seja, foi necessário acrescentar 1,25 partes de areia para 1 parte de Tco.

Em seguida, após a adição da areia à terra disponível, foi realizado o teste da queda da bola, indicando aspecto arenoso, e em seguida o teste do rolo, onde, com o rompimento em 80 mm, foi constatado que o solo estava adequado para a taipa. Os testes podem ser vistos na Figura 5.



Figura 5 – Terra com aspecto arenoso (à esquerda) e rolo indicando ser apropriado (à direita) (Fonte: Próprios autores).

Montagem da fôrma

Foi realizado o processo de transporte dos materiais até o local a ser realizado a parede, a Universidade. Para coleta da terra, foi escolhido um local que trabalha com terraplanagem, representado na Figura 6.

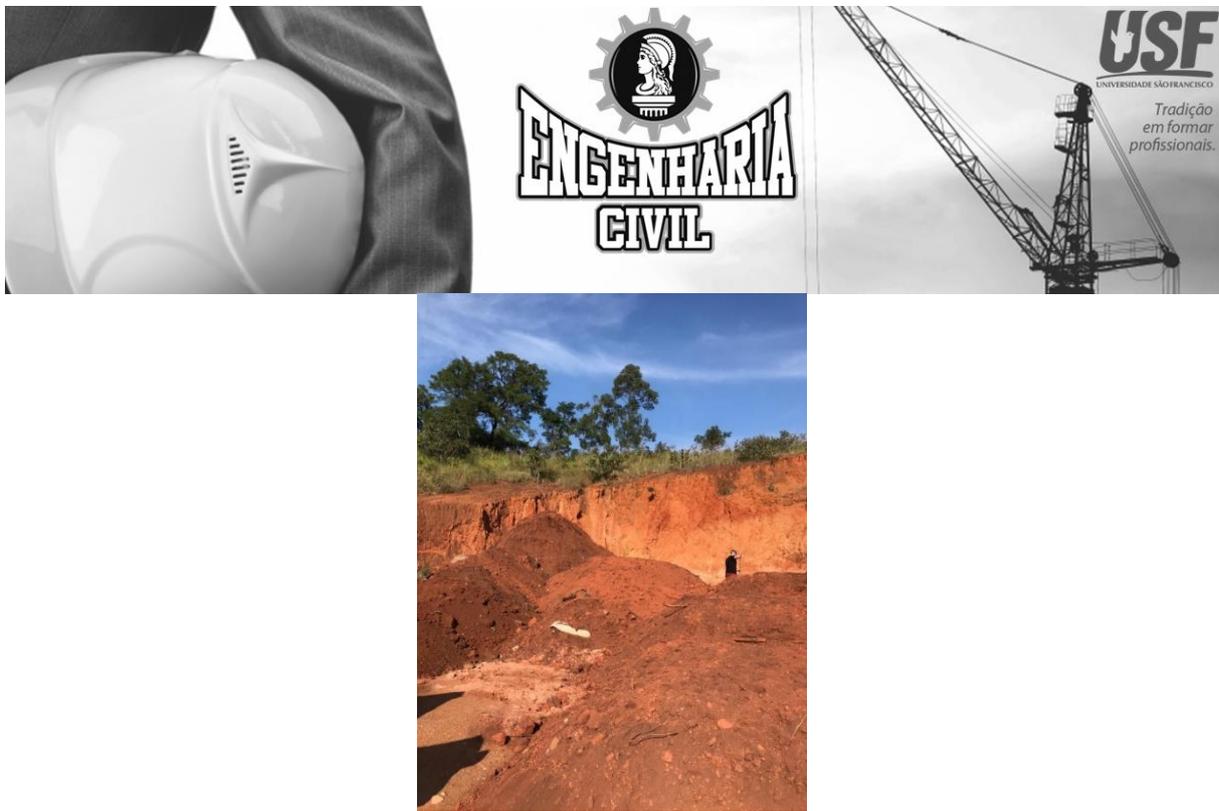


Figura 6 – Local de onde se extraiu a terra a ser utilizada
(Fonte: Próprios autores).

Na Figura 7, têm-se os componentes da fôrma: placas de madeirite, peças metálicas e vergalhões e caibros.

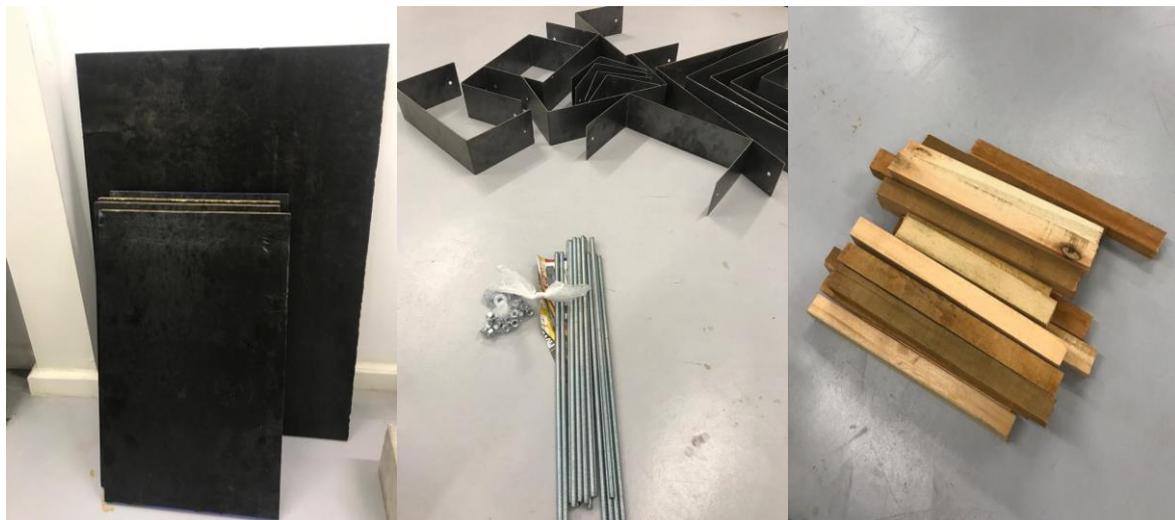


Figura 7 – Componentes da fôrma: placas de madeirite, peças metálicas e vergalhões e caibros
(Fonte: Próprios autores).

Os madeirites foram então, alocados conforme o projeto, assim como as cantoneiras metálicas. Após a furação utilizando furadeira e broca 3/8”, os vergalhões atravessaram as pranchas unindo-as.

Após conferir o alinhamento, prumo e travamento, o primeiro nível da fôrma foi concluído, com seu resultado na Figura 8.



Figura 8 – Montagem da fôrma concluída
(Fonte: Próprios autores).

O segundo nível da fôrma, a ser instalada acima desta, foi montada igualmente.

Início da construção da parede

Uma camada de desmoldante foi aplicada na fôrma, e para proteger a base da parede de possíveis chuvas, foi implantado uma base de concreto em seu fundo.

Foi dado início então, a construção do protótipo.

A betoneira foi utilizada para realizar a mistura, contendo a terra, areia e cimento na proporção de 5% do volume total.

A mistura gerada na betoneira foi despejada na fôrma em camadas de 0,15m de altura e posteriormente compactadas, utilizando o compactador pneumático, como apresentado na Figura 9.



Figura 9 – Compactação da terra
(Fonte: Próprios autores).



Assim, terminada a compactação total da parede nos dois níveis da fôrma e feito uma camada de concreto para acabamento, representada na Figura 10, a elaboração da parede foi finalizada.



Figura 10 – Elaboração da parede finalizada
(Fonte: Próprios autores).

Em seguida, ocorreu a desforma, representada na Figura 11, e foi necessário aguardar a cura da parede estabilizada com cimento por aproximadamente três dias, para a aplicação de uma resina sintética, aumentando a impermeabilidade e conferindo um acabamento à parede.



Figura 11 – Processo de desforma
(Fonte: Próprios autores).

O resultado do protótipo após a desforma está na Figura 12.



Figura 12 – Resultado do protótipo após desforma
(Fonte: Próprios autores).

Questionário

A pesquisa abordada foi um estudo de levantamento (*survey*), com o registro dos dados de forma quantitativa.

Os voluntários foram abordados no campus da Universidade São Francisco e foram feitos convites às salas de aulas.

No canteiro de obras, durante a explanação do processo construtivo e suas características, foram respondidas as perguntas dos participantes, como está ilustrado na Figura 13, e após, houve o contato com o objeto e com imagens de edificações em taipa de pilão.



Figura 13 – Apresentação do protótipo aos participantes
(Fonte: Próprios autores).

Em seguida, o questionário foi entregue para preenchimento.

O questionário, com 14 questões, adaptado de Guerra (2017), foi dividido em: questões sobre experiência e percepção sobre a técnica construtiva, questões onde o participante apontou



sua avaliação, e por fim, questões sobre aderência a técnica. O questionário elaborado está apresentado no Anexo A.

O questionário levou em torno de 10 a 15 minutos para preenchimento.

Após o preenchimento, foi feita uma classificação das respostas obtidas, de forma a quantificar os dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação dos questionários aos participantes, obtém-se os resultados a seguir.

Os participantes têm entre 18 e 44 anos, sendo em sua maioria (84%) o público mais jovem, com idade abaixo dos 24 anos. O público feminino foi mais representativo que o masculino, sendo 54% feminino e 46% masculino, conforme mostra a Figura 14.

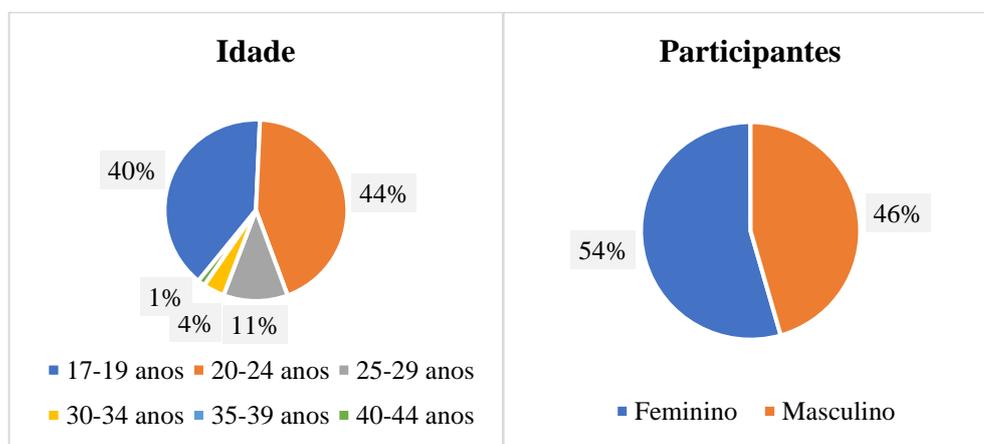


Figura 14 – Idade e gênero dos participantes

(Fonte: Próprios autores).

Demonstrando a diversidade do público participante da pesquisa, foram identificadas 50 profissões diferentes, que foram organizadas em áreas para melhor entendimento, conforme aponta a Figura 15, frisando que apenas 7 participantes trabalham na área da construção civil.

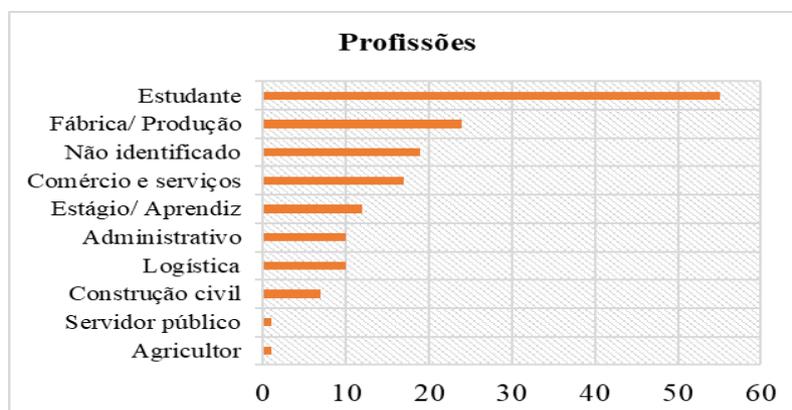


Figura 15 – Áreas profissionais dos participantes

(Fonte: Próprios autores).



Como os participantes eram alunos da própria Universidade, foram identificados também seus cursos, representados na Figura 16.

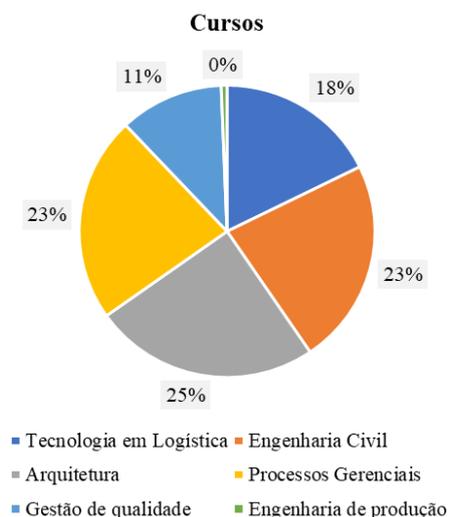


Figura 16 – Cursos dos participantes
(Fonte: Próprios autores).

Na questão “você já conhecia a técnica construtiva de taipa?”, assim como o esperado, a maioria não declarou conhecer bem a técnica, conforme representado na Figura 17.

Você já conhecia a técnica construtiva de taipa?

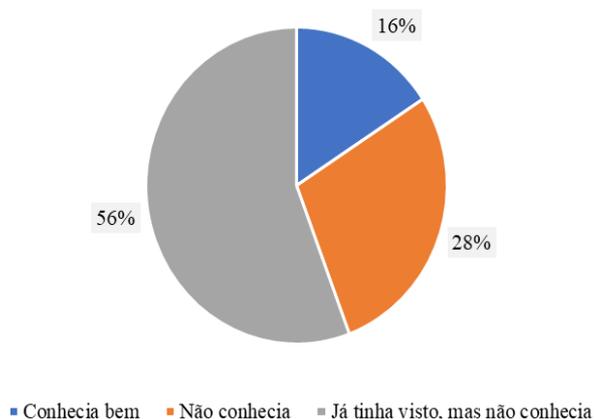


Figura 17 – Resultado da questão “Você já conhecia a técnica construtiva em taipa?”
(Fonte: Próprios autores).

Para a questão onde foi perguntado se conheciam alguém ou se já tinham morado em casa de taipa de pilão, 16% responderam positivamente, conforme apontado na Figura 18. Em complemento, as construções faziam parte da memória dos participantes através da moradia de



parentes, nos estados de Minas Gerais, Paraná, Região Norte e Nordeste, ou em cidades como Munhoz, Socorro, Pedra Bela e Extrema. As respostas não foram muito específicas.

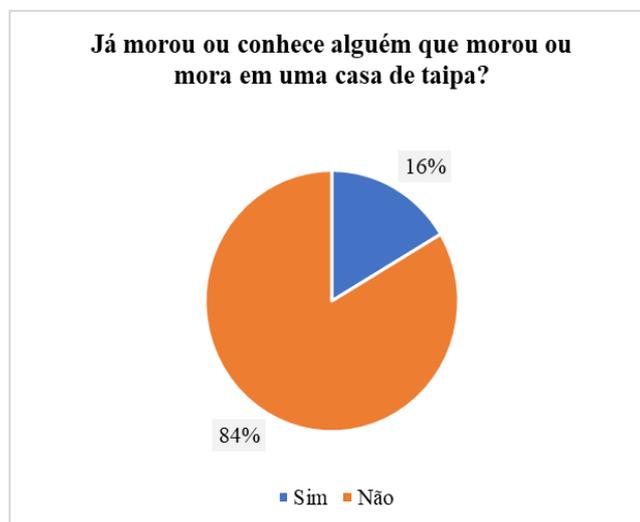


Figura 18 – Respostas da questão “Já morou ou conhece alguém que morou ou mora em uma casa de taipa?”
(Fonte: Próprios autores).

Na questão sobre os fatores importantes numa edificação, fica clara a preocupação com o meio ambiente, ainda que o custo seja mais apontado com pequena diferença, como mostra a Figura 19.

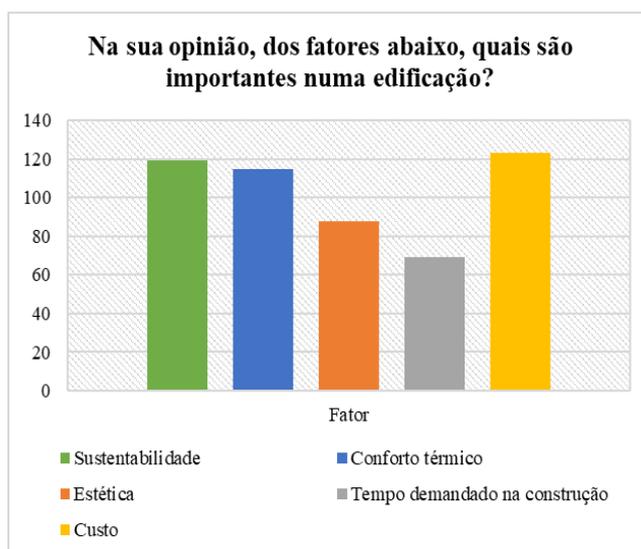


Figura 19 – Respostas da questão sobre fatores importantes numa edificação
(Fonte: Próprios autores).

As respostas obtidas ao perguntar sobre a percepção a respeito da parede, estão na Figura 20, apontando como maior preocupação a possibilidade dela soltar pó. Isso provavelmente



tenha se dado pois acabamento do protótipo não sanou todas as imperfeições, devido à inexperiência na sua construção.

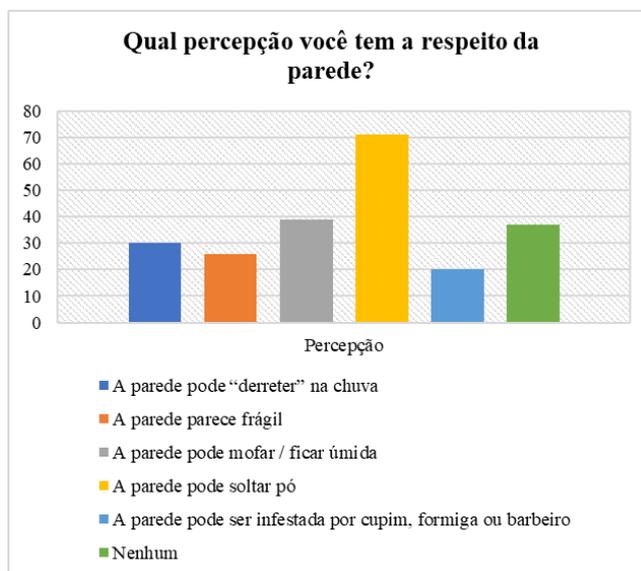


Figura 20 – Respostas sobre a percepção da parede
(Fonte: Próprios autores).

Com relação a questão sobre a cor, as respostas apontam que ela agrada à maioria dos participantes (63%), conforme mostrado na Figura 21. Alguns apontaram que poderia ter mais cores (18%).



Figura 21 – Respostas sobre a percepção da cor da parede
(Fonte: Próprios autores).

Como resposta à questão “depois de conhecer a taipa, você moraria ou construiria uma casa com esse tipo de material e técnica?”, a maioria apontou que sim, porém construção mista, e apenas 8% construiria a casa toda. Seus resultados estão na Figura 22.

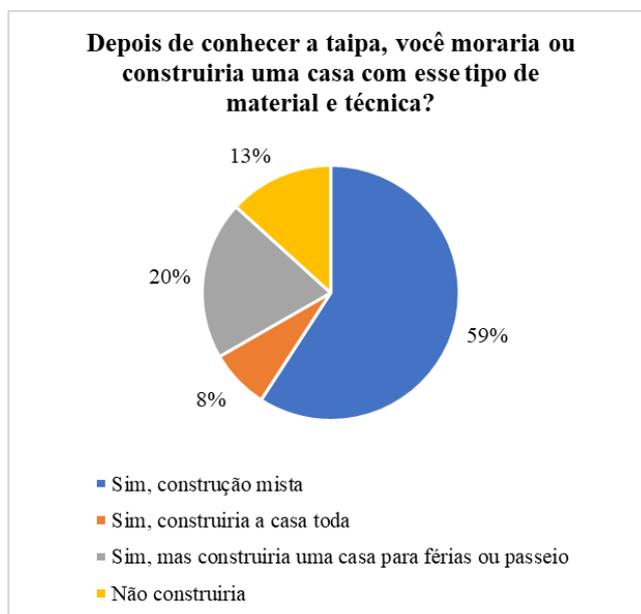


Figura 22 – Resposta da questão “depois de conhecer a taipa, você moraria ou construiria uma casa com esse tipo de material e técnica?”

(Fonte: Próprios autores).

Ao questionar sobre os atributos percebidos na construção em taipa, a segurança foi a menos apontada, enquanto que o custo foi o mais apontado, conforme Figura 23. A durabilidade foi apontada devido às construções milenares de terra que passaram certa confiança por ainda existirem, e a ideia de custo foi devido a facilidade de acesso ao material. Provavelmente houve a associação de baixo custo com a facilidade do acesso à matéria prima (terra).

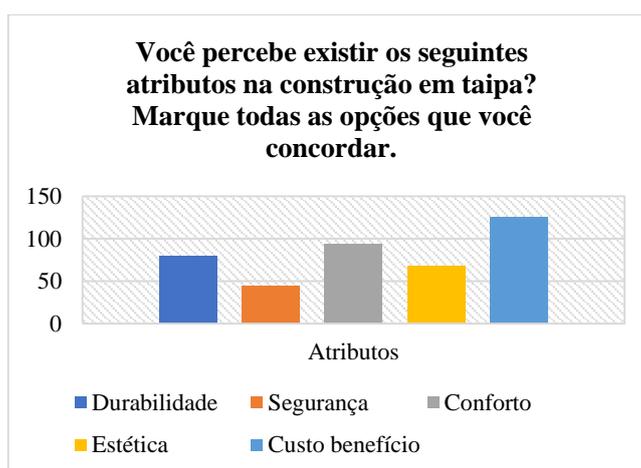


Figura 23 – Resposta da questão sobre os atributos percebidos na construção em taipa

(Fonte: Próprios autores).

Nas questões abertas, onde os participantes deveriam apontar o que haviam gostado na taipa de pilão, além das respostas classificadas abaixo na Figura 24, alguns citaram ser uma boa



opção para o futuro ao substituir materiais convencionais por mais sustentáveis, e o fato de ser diferente e inovador embora seja uma técnica antiga.

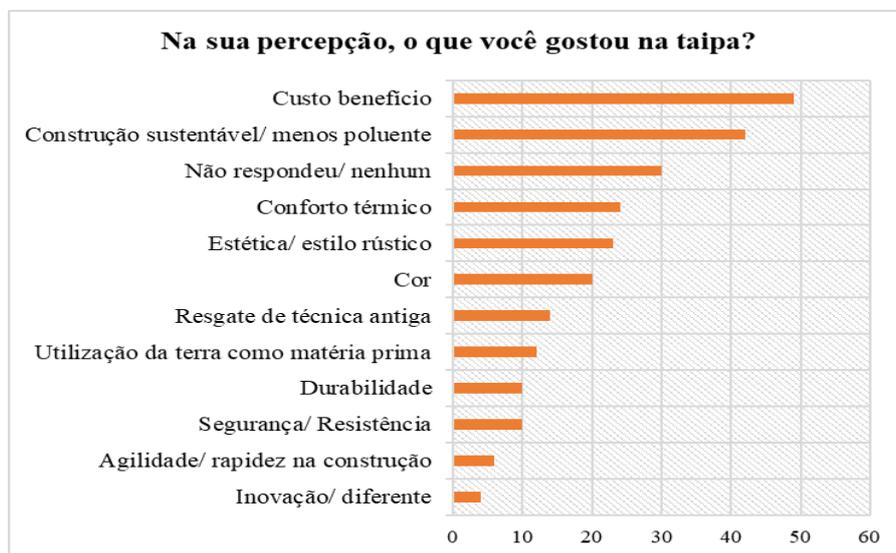


Figura 24 – Resposta à questão aberta “na sua percepção, o que você gostou na taipa?”
(Fonte: Próprios autores).

Ao perguntar sobre o que não haviam gostado na taipa, os aspectos mais citados foram sensação de fragilidade/ falta de segurança, e a cor. Um apontamento considerável é sobre as instalações elétricas e hidráulicas, que geraram muitas perguntas no momento da explanação da parede. As respostas estão na Figura 25.



Figura 25 – Resposta à questão aberta “na sua percepção, o que você não gostou na taipa?”
(Fonte: Próprios autores).

Na questão sobre a percepção a respeito da taipa de pilão de forma geral, as respostas indicaram uma percepção positiva consideravelmente, como representada na Figura 26.

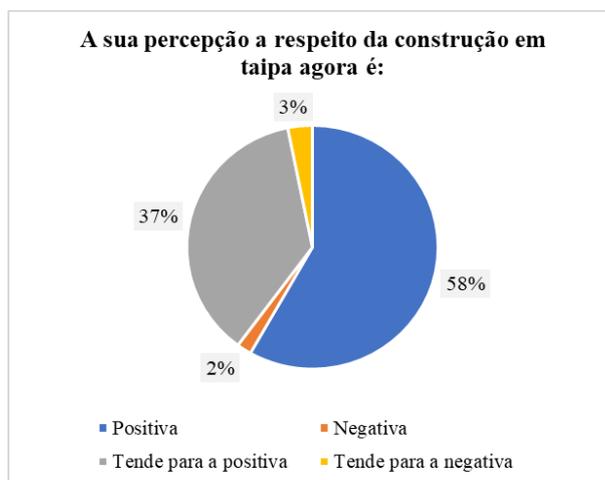


Figura 26 – Respostas sobre a percepção a respeito da construção em taipa (Fonte: Próprios autores).

Considerando apenas as respostas positivas a respeito da percepção, os principais determinantes foram os alunos dos cursos relacionados diretamente com a construção civil: Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, conforme Figura 27.

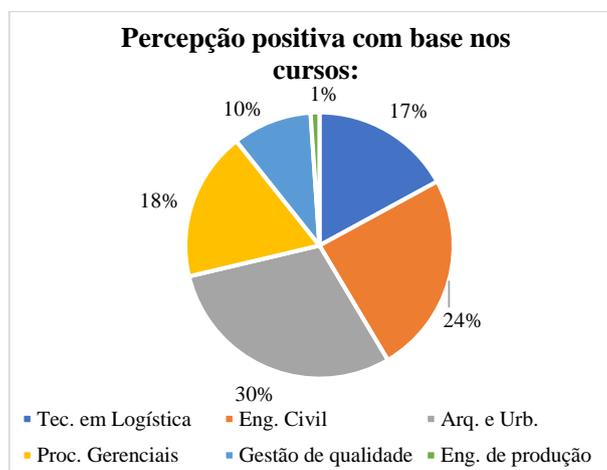


Figura 27 – Representantes da percepção positiva (Fonte: Próprios autores).

CONCLUSÃO

Ao estudar e explorar o desempenho e vantagens da terra como matéria prima nas construções, como sua abundância, baixo custo de obtenção, relação com a preservação do meio ambiente e suas características físicas relativas à temperatura da edificação, seu uso nos dias atuais pode resultar no desenvolvimento habitações com qualidade e esteticamente agradáveis, que trazem melhor qualidade de vida, ganho econômico e respeito ao meio ambiente.

Com relação à fôrma desenvolvida, considera-se que os materiais escolhidos e o projeto



desenvolvido trouxeram o desempenho esperado e necessário à confecção da parede: apresentaram grande resistência na compactação, além do processo de montagem e desmontagem terem sido rápidos e sem dificuldades. O único ponto a ser levantado é a deformação que ocorreu onde a fôrma “abriu” um pouco em alguns pontos, sendo necessário, para utilização futura, a colocação de caibros dispostos horizontalmente entre os vãos.

Com a técnica sendo quase desconhecida a princípio, como esperado, e conforme apontado na pesquisa, trazê-la ao conhecimento foi essencial para sua compreensão e incentivo como método construtivo. A impressão sobre o sistema construtivo foi boa, pois a grande maioria dos participantes possuem uma percepção positiva ou que tende para a positiva.

Com o custo sendo o fator importante mais apontado seguido pela sustentabilidade, leva-se a entender que existe por parte do público, a exigência de técnicas sustentáveis aliadas à baixo custo ou mesmo custo competitivo com as técnicas convencionais.

O fato de não ser bem conhecida não contribuiu negativamente para a opinião a respeito de sua aparência, onde uma minoria considerou a aparência da parede feia.

Em relação à adesão dos participantes, a quantidade de pessoas que afirmaram que não construiriam com esse material e técnica, foi maior do que as que afirmaram que construiriam a casa toda, porém a grande maioria afirmou optar pela construção mista. Isso sugere que a maioria dos participantes se mostrou adepto à taipa de alguma forma, mas não sentem segurança o suficiente para construir a casa toda, o que é reforçado posteriormente no questionário, onde o principal ponto negativo apontado foi a sensação de fragilidade ou falta de segurança.

Conclui-se que a técnica não é tão buscada e utilizada porque realmente não é conhecida, pois a percepção com relação a ela é positiva.

Para maior aceitação da técnica, algumas melhorias são necessárias, como opções de estética, cores, acabamentos e, tornar o custo competitivo com as técnicas convencionais, o que ocorre naturalmente quando ocorre a difusão da técnica.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena por conduzir todo o processo de orientação do trabalho de graduação com atenção e dedicação.

Ao coorientador André Falleiros Heise, pela contribuição e incentivo. Por compartilhar da sua ampla experiência com a construção em terra e dispor de seu tempo.

REFERÊNCIAS

ACHCAR, Maria L. da Silveira. **Edificações em terra: processo de produção e evolução da taipa**. 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Tecnologia de Construção de Edifícios, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://cassiopea.ipt.br/teses/2016_HAB_Maria_Leticia.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6502: Rochas e solos - Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-6.502-Rochas-e-Solos.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2019.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7181: Solo – Análise Granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. Disponível em: <<http://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2015/03/nbr-7181.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2019.

BECKETT, Christopher.; CIANCIO, Daniela. **Rammed Earth Construction: Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth**. Perth: CRC Press, 2015. 182 p.

CARVALHO, Thais M. P. de; LOPES, Wilza G. R. **A arquitetura de terra e o desenvolvimento sustentável na construção civil**. In: VII Connepi. 2012, Palmas, TO. [pesquisa apresentada]. Palmas, TO: Connepi, 2012, 7 f. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3762/2940>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

CARVALHO, Thais M. P. de; LOPES, Wilza G. R.; MATOS, Karenina C. **O potencial da arquitetura de terra na construção civil**. In: XIII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. 2010, Canela. [pesquisa apresentada]. Canela, RS: Entac, 2010, 10 f. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/509.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

EIRES, Rute M. G.; JALALI, Said; TORGAL, F. Pacheco. **Construção em terra**. Guimarães: TecMinho, 2009. 187 f. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/55628428.pdf>> Acesso em: 03 mai. 2019.

FARIA, Obede Borges.; NEVES, Célia M. Martins (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/Rede Ibero-americana PROTERRA, 2011. 80 f. Disponível em: <<http://redeterrabrasil.org/publicacoes/>> Acesso em: 03 mai. 2019.

GUERRA, Laura C. R. **Percepção das pessoas sobre a taipa de pilão**. 2017. 53 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2017. Disponível em: <<http://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalhos/index/177>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

HEISE, André Falleiros. **Desenho do processo e qualidade na construção do painel monolítico de solocimento em taipa de pilão**. 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257845/1/Heise_AndreFalleiros_M.pdf> Acesso em: 03 mai. 2019.

Inventaire des architectures contemporaines en terre crue. CRAterre-ENSAG, 2015

MAIA, Leonardo R. **Contribuição as construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto**. 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado em tecnologia da arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.



Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-05092016-154943/pt-br.php>>. Acesso em: 03 mai. 2019

MASCARÓ, Juan L. **O custo das decisões arquitetônicas**. 4ª edição. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006. 191 p.

MINKE, Gernot. **Building with Earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture**. Basel- Berlin-Boston: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2006, 198 f. Disponível em: <http://www.rivendellvillage.org/Building_With_Earth.pdf> Acesso em: 03 mai. 2019.

NEVES, Célia M. Martins; FARIA, Obede B; ROTONDARO, Rodolfo; SALAS, Patrício C; HOFFMANN, Márcio V. **Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra - práticas de campo**. Rede Ibero-americana PROTERRA, 2009. 34 f. Disponível em: <<http://redeterrabrasil.org/publicacoesnbr/>> Acesso em: 03 mai. 2019.

OLIVEIRA, Bruno A. **Inserção da taipa de pilão mecanizada com apiloamento pneumático no mercado da construção sustentável no Brasil**. 2012. 43 f. Monografia (Especialização em sustentabilidade aplicada ao ambiente construído) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-9BAPH7>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

PISANI, Maria A. Justi. **Taipas: a arquitetura de terra**. Sinergia, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 09-15, jan./jun. 2004. Disponível em: <http://www.promemoria.indaiatuba.sp.gov.br/arquivos/cefet-arquiteturas_de_terra_no_brasil.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2019.

PONTE, Maria M. C. Costa. **Arquitetura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções**. 2012. 316 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/23293>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

SCHMIDT, Carlos B. **Construções de taipa: alguns aspectos de seu emprego e da sua técnica**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1946.



ANEXOS



ANEXO A – Questionário de pesquisa – Percepção sobre a taipa de pilão



QUESTIONÁRIO DE PESQUISA – PERCEPÇÃO SOBRE A TAIPA DE PILÃO

Data: ___/___/___ Horário: ___:___

Idade:
Sexo: () M () F
Escolaridade: () Ens. Médio Incompleto () Ens. Médio Completo () Cursando Superior () Superior Completo () Superior Incompleto () Outros: _____
Curso: _____
Profissão: _____
01. Você se considera mais: () Conservador, clássico () Curioso, inovador
02. Você já conhecia a técnica construtiva de taipa? () Conhecia bem () Não conhecia () Já tinha visto, mas não conhecia bem
03. A sua percepção a respeito da construção em taipa é: () Positiva () Negativa () Tende para a positiva () Tende para a negativa
04. Já morou ou conhece alguém que morou ou mora em uma casa de taipa? () Sim () Não Se a resposta for sim, Onde? _____
05. Marque todas as técnicas construtivas de parede que você conhece. () Alvenaria de bloco cerâmico () Alvenaria de bloco de concreto () Parede de concreto maciço () Alvenaria de tijolo maciço () Construção em terra
06. Na sua opinião, dos fatores abaixo, quais são importantes numa edificação? () Sustentabilidade () Conforto térmico () Estética () Tempo demandado na construção () Custo
07. Qual percepção você tem a respeito da parede? () A parede pode “derreter” na chuva () A parede parece frágil () A parede pode mofar / ficar úmida () A parede pode soltar pó () A parede pode ser infestada por cupim, formiga ou barbeiro () Nenhum Outros: _____



08. Na sua percepção, a cor da parede é:
 Bonita
 Feia
 Poderia ser mais clara
 Poderia ser mais escura
 Poderia ter mais cores

09. Depois de conhecer a taipa, você moraria ou construiria uma casa com esse tipo de material e técnica?
 Sim, construção mista
 Sim, construiria a casa toda
 Sim, mas construiria uma casa para férias ou passeio
 Não construiria

10. Você percebe existir os seguintes atributos na construção em taipa? Marque todas as opções que você concordar.
 Durabilidade
 Segurança
 Conforto
 Estética
 Custo benefício

11. Na sua percepção, o que você gostou na taipa?

O que?	Por quê?

12. Na sua percepção, o que você NÃO gostou na taipa?

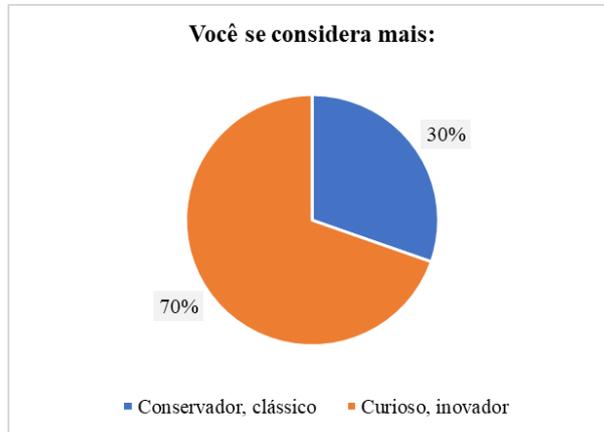
O que?	Por quê?	Como você gostaria que fosse?

13. No geral, a sua percepção em relação a aparência da parede é:
 Bonita
 Feia
 Tende para o bonita
 Tende para o feia
E por que você tem essa percepção? _____

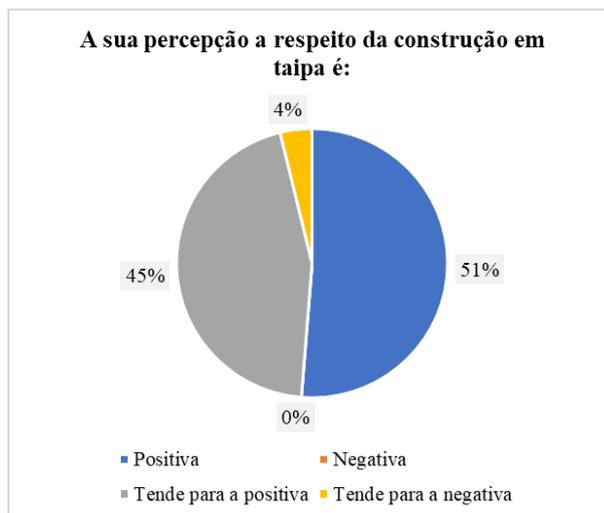
14. A sua percepção a respeito da construção em taipa agora é:
 Positiva
 Negativa
 Tende para a positiva
 Tende para a negativa



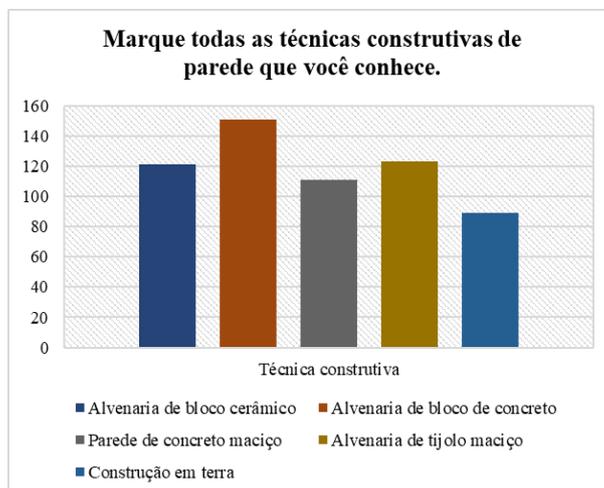
ANEXO B – Respostas da questão 01, sobre autoavaliação



ANEXO C – Respostas da questão 03, sobre a percepção da construção em taipa



ANEXO D – Respostas da questão 05, sobre técnicas construtivas conhecidas





ANEXO E – Respostas da questão 13, sobre a percepção em relação à aparência da parede





ANEXO F – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética de Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O INCENTIVO DO USO DA CONSTRUÇÃO EM TAIPA DE PILÃO NOS DIAS ATUAIS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O MEIO AMBIENTE

Pesquisador: RAFAEL AUGUSTO VALENTIM DA CRUZ MAGDALENA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 11400419.1.0000.5514

Instituição Proponente: Universidade São Francisco-SP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.300.997

Apresentação do Projeto:

A presente proposta versa sobre o uso da construção em taipa de pilão nos dias atuais e sua contribuição para o meio ambiente. Atualmente, muitas discussões ocorrem em torno do impacto ambiental gerado pelo setor da construção civil, e em vista disso, é necessário estudar a aplicação de alternativas sustentáveis nas construções. Assim, esta monografia buscou analisar a potencialidade da técnica da taipa de pilão, que utiliza terra crua compactada para a construção de edificações por meio de paredes monolíticas. Ao estudar sua contribuição para o meio ambiente e para o conforto ambiental dos ocupantes, procura-se difundir seu maior uso nos dias atuais. O uso da terra crua como material de construção é milenar, tendo sido reduzido com o surgimento de inovações tecnológicas e inserção de novos materiais no mercado, sendo nos dias de hoje comumente associada a pobreza e falta de modernidade. Neste trabalho, foi realizada a pesquisa do contexto histórico e das técnicas utilizando terra crua como matéria prima, com aprofundamento da técnica da terra compactada e seu procedimento, além de apresentar suas características térmicas e relação com o meio ambiente. Ao final, apresentou-se a metodologia a ser empregada, na realização de visita em obra e em construções finalizadas em taipa de pilão e, com o objetivo de impulsionar o conhecimento da técnica, execução do exemplar de alvenaria para exposição a fim de proporcionar aos indivíduos o contato com o resultado final, e posterior pesquisa para obter suas impressões e opiniões, que se presume serem positivas.

Endereço: Av. São Francisco de Assis, 218
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 12.916-900
UF: SP **Município:** BRAGANCA PAULISTA
Telefone: (11)2454-8981 **E-mail:** comite.etica@usf.edu.br



UNIVERSIDADE SÃO
FRANCISCO-SP



Continuação do Parecer: 3.300.997

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente trabalho é resgatar e difundir o uso da construção em terra crua, atualmente pouco utilizada em relação aos demais materiais existentes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com proponente, Riscos: Nenhum. Benefícios: Economia dos materiais utilizados para a construção e acabamento de paredes, preservação do meio ambiente e difusão de uma técnica barata e sustentável.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é um Estudo de Percepção (qualitativa) em conjunto com um Levantamento (Surveys). Inicialmente será construído uma parede convencional em Taipa e uma parede convencional em alvenaria, em seguida os estudantes da Universidade São Francisco serão convidados a observar o aspecto no tocante ao acampamento das paredes construídas, além de estudantes alguns profissionais serão convidados a observar o mesmo aspecto (acabamento), após a observação das paredes será aplicado um questionário aos voluntários com o objetivo de Levantar informações sobre a experiência perceptiva no aspecto acabamento da Técnica Taipa de Pilão e Alvenaria convencional.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos apresentados adequadamente. Falta apresentação do questionário que será apresentado aos participantes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Foram observados os seguintes óbices éticos: 1 - Endereço do CEP no TCLE; 2 - Apresentar questionário que será aplicado aos participantes. Observação: ao apresentar nova versão do projeto, respondendo à pendência indicada, atentar para as datas do cronograma, para que a data de aplicação do questionário não seja anterior à aprovação da proposta pelo CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

APÓS DISCUSSÃO EM REUNIÃO DO DIA 02/05/2019, O COLEGIADO DELIBEROU POR MANTER O PROJETO DE PESQUISA PENDENTE, ATÉ A SUA ADEQUAÇÃO. (PRAZO PARA RESOLUÇÃO DE PENDÊNCIAS 30 DIAS). AO ENCAMINHAR OS DOCUMENTOS RETIFICADOS, INTITULAR OS ARQUIVOS COMO VERSÃO II E ENCAMINHAR UMA CARTA RESPOSTA INDICANDO AS ALTERAÇÕES REALIZADAS E QUAIS DOCUMENTOS.

Endereço: Av. São Francisco de Assis, 218

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 12.916-900

UF: SP

Município: BRAGANCA PAULISTA

Telefone: (11)2454-8981

E-mail: comite.etica@usf.edu.br



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO-SP



Continuação do Parecer: 3.300.997

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1327384.pdf	08/04/2019 17:51:03		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoVersaol.pdf	08/04/2019 17:50:15	RAFAEL AUGUSTO VALENTIM DA CRUZ MAGDALENA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEBrunaWelynton.pdf	08/04/2019 17:42:52	RAFAEL AUGUSTO VALENTIM DA CRUZ MAGDALENA	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoAssinada.pdf	08/04/2019 17:33:04	RAFAEL AUGUSTO VALENTIM DA CRUZ MAGDALENA	Aceito

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRAGANCA PAULISTA, 03 de Maio de 2019

Assinado por:
Mário Angelo Claudino
(Coordenador(a))

Endereço: Av. São Francisco de Assis, 218
Bairro: Cidade Universitária CEP: 12.916-900
UF: SP Município: BRAGANCA PAULISTA
Telefone: (11)2454-8981 E-mail: comite.etica@usf.edu.br