

TAIPA DE PILÃO: Inclusão do Pó de pedra como estabilizante para ampliação de resistência

Ikaro de Paula Horacio¹
Geisla Ap. Maia Gomes²

RESUMO

Com a necessidade de novos modelos construtivos visando a redução dos danos causados ao meio ambiente, a taipa de pilão pode ser uma boa alternativa, por possuir uma alta resistência e não agredir o meio ambiente. Apresentando ainda um baixo consumo de energia em sua produção e no transporte de materiais, por ser um recurso abundante nem sempre é necessário o transporte desse material. Outro ponto positivo é a inércia térmica da taipa, permitindo a troca de umidade com a estrutura dispensando o uso de climatização em ambiente. Já em contrapartida a taipa apresenta uma resistência à tração e flexão muito baixa. Tendo em vista esses aspectos, um conhecimento sobre a estabilização do solo se torna fundamental para melhorar parâmetros estruturais como a resistência e a durabilidade. Na realização de um projeto de taipa as especificações devem ser sempre levadas em consideração, como a relação entre o material e o índice de esbeltez que pode ser obtido pela estrutura e o projeto. Assim, o presente artigo visa a elaboração de um novo traço para a taipa de pilão, se valendo da adição parcial ou substituição completa da areia por pó de pedra para melhoria de suas propriedades de compressão. O novo traço que recebeu o pó de pedra foi submetido a ensaios de compressão demonstrando uma fragilidade muito maior que o traço convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. taipa de pilão, meio ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente temos o concreto armado como a principal tecnologia para a construção civil no Brasil, tornando os impactos causados ao meio ambiente a cada ano mais intenso.

Segundo Estefânia Mello (2020), coordenadora da Eletrobrás. “A aposta mundial neste momento de ruptura é no crescimento da economia verde. Uma oportunidade para

¹ Graduado Técnico em edificações pelo CEFET MG (2014), graduando em Engenharia Civil pelo - UNIS MG.

² Possui graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas (2014) e graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações (2000). Atualmente é professora da Escola Estadual Coração de Jesus, professora do Centro Universitário do Sul de Minas e profissional autônomo, proprietária da empresa Geisla Maia Engenharia

investimentos em eficiência energética e inovação, para viabilizar a recuperação econômica eficaz”.

Segundo Feltran (2019) , o consumo de energia elétrica pelo setor civil é igual a cerca de 50% de toda eletricidade consumida no país "cerca de 70% do gasto de energia elétrica nos prédios públicos se deve ao uso dos sistemas de iluminação e climatização dessas edificações, segundo o Ministério das Cidades”.

Tendo em vista esses problemas estão sendo implementadas novas maneiras para a realização de edificações, uma delas é a remodelação das técnicas empregadas nas construções em taipa de pilão tendo a terra como principal material de construção e elemento estrutural para as paredes. Essa técnica devido ao processo empregado na execução da edificação a chamada técnica de pisa, com propósito de reduzir o número de vazios entre os grãos e realizar a união dos mesmos, agregando resistência e um alto grau de esbeltez. Segundo Maia (2016, p. 45), “a técnica de taipa de pilão consiste, resumidamente, em apiloar camadas de terras entre formas, construindo assim paredes e muros de material incombustível, um isolante natural e particularmente barato”.

A data do início das edificações utilizando a terra como material de construção é incerta, embora tenhamos indícios que as primeiras construções como casas e barragens se deram início, junto às primeiras sociedades agrícolas a milhares de anos atrás. “Mesmo hoje, um terço da população habita em casas de terra. Nos países em desenvolvimento este número é mais do que a metade.” (MINKE, 2012,p. 13)

A muralha da China é um exemplo, considerada a maior construção já edificada pela humanidade, há mais de 4.000 anos, originalmente erguida em taipa, e posteriormente pedras e usados como cobertura criaram a aparência de uma muralha de pedra. (MINKE,2012).

O objetivo proposto é definir os parâmetros comparativos da resistência à compressão, entre o traço com pó de pedra e o convencional de areia, em busca de um aumento de resistência à compressão, propondo também propostas para futuras pesquisas.

2 TAIPA DE PILÃO

A taipa é um elemento estrutural moldado, que pode ser realizado in loco e possui uma elevada resistência à compressão, em contrapartida apresenta baixa resistência à tração. Sempre que os esforços de tração, flexão ou cisalhamento forem solicitados, deve-se procurar soluções para que a resultante das forças nas paredes de taipa seja

perpendicular à superfície resistente, evitando que as paredes recebam cargas horizontais (FARIA NEVES, 2011).

No início da aplicação da técnica construtiva em taipa de pilão, os únicos materiais utilizados na fabricação das formas eram de madeira pura, tanto que a técnica foi denominada de taipa por esta razão . Porém, com “o desenvolvimento tecnológico no setor construtivo, outros materiais passaram a ser empregados também, como os compensados resinados, os contraplacados, o metal, entre outros ”. (ACHCAR, 2016.p, 25).

Sendo assim, sistemas construtivos mais modernos oferecem um avanço em relação à taipa tradicional, pois permitem a confecção completa da parede com uma forma única. A compactação de terra pode ser realizada de duas maneiras, o método manual sendo auxiliada por pilões 4 kg de ou 5 kg (figura 1) e auxiliado por uma equipe maior de colaboradores (ACHCAR, 2016.p, 55). Porém, com as inovações a mesma atividade pode ser realizada com menos mão de obra e tempo mais curto por meio de compactadores pneumáticos (figura 2).

Figura 1 - Compactação manual.



Fonte: (Pinterest., 2022)

Figura 2 - Compactação pneumática.



Fonte : (Pinterest, 2022).

Para a realização da taipa, a execução das paredes inicia-se com a montagem das formas sobre a fundação. O ideal é que elas possuam um revestimento interno para evitar a penetração da água (figura 3), “para isso elas são construídas sobre espécies de soleiras elevadas. Nesta etapa o solo já deve ter passado por análises para garantir a qualidade da estrutura, e as formas devidamente apumadas e alinhadas”.(ACHCAR, 2016, p. 55).

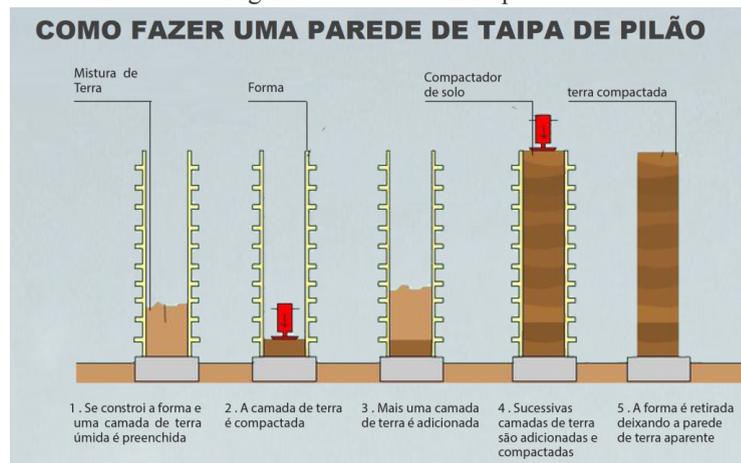
Figura 3- Impermeabilização da fundação.



Fonte: (O próprio autor, 2021).

Todas as paredes são realizadas no Brasil com a adição de material por camadas, previamente definidas. Segundo a NBR 17014 sobre taipa de pilão são necessários de 14 a 23 cm de material apilado, este processo deverá se repetir até o fim da execução da estrutura como mostrado a seguir: (figura 4).

Figura 4- Camadas da Taipa.



Fonte: (Sustentar aqui ,2022).

Após realizada a montagem das estruturas das formas, a mistura de solo, preparado com o traço determinado durante os testes com corpos de provas, é introduzida dentro dos moldes até chegar a uma altura determinada. Logo após é realizada a compactação desta camada com ajuda do equipamento manual ou compactadores pneumáticos. Vale ressaltar que segundo Achcar (2016, p. 60), “uma parede de taipa precisa ser comprimida com formas de alta resistência, para suportar a alta pressão de compactadores e à compactação, tornando- se um fortíssimo bloco monolítico”. Esse processo por sua vez é repetido camada por camada, mantendo o controle de fatores como umidade e uma mistura homogênea até alcançar a altura desejada para a edificação (figura 5).

Figura 5 - Parede Finalizada.



Fonte : (O próprio autor , 2021)

Após a conclusão da parede, é importante a construção de uma viga de coroamento para receber os esforços transmitidos pelo telhado e os transmitir de maneira uniforme as paredes da edificação (figura 6). Ainda segundo Achcar (2016), os beirais devem ser consideráveis para não permitir que um grande volume de água provinda das chuvas atinja

as extremidades superiores das paredes e causem as infiltrações. Outro modo de prevenir o problema é o revestimento da alvenaria com argamassa.

Figura 6- Cinta de coroamento.



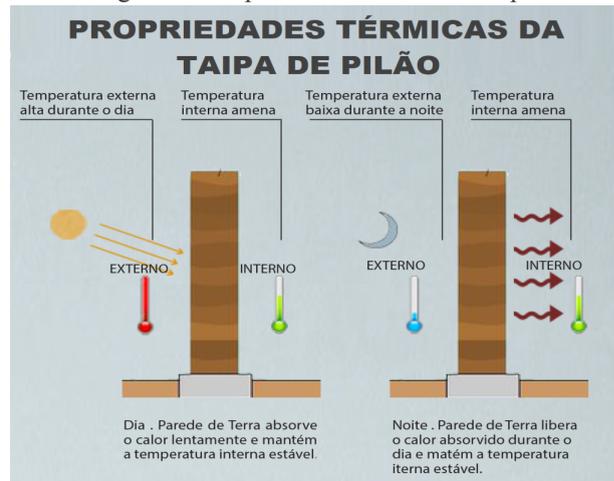
Fonte : (Pinterest , 2022)

Segundo Portella (2015, p. 183), “a terra como matéria- prima tem se destacado por reduzir a demanda do cimento, possuindo alta durabilidade, baixa condutibilidade térmica dentre outras peculiaridades”. O potencial da arquitetura de terra se destaca em suas vantagens aos métodos construtivos atuais, já que o processo é totalmente reciclável, economizando energia e diminuindo a contaminação ambiental.

Quando o solo é empregado como material construtivo ele nos apresenta várias características positivas e negativas, Minke (2012) nos mostra algumas dessas características:

O solo possui a capacidade de regular a umidade do ambiente, pois ele absorve e seca a umidade mais rápido que outros materiais, o que lhe permite equilibrar a temperatura interior, ele também tem a capacidade de armazenar o calor, equilibrando o clima interior de um ambiente (figura 7). Uma ótima solução para zonas climáticas onde existem grandes variações de temperatura.

Figura 7 - Propriedades térmicas da taipa.



Fonte : (Sustentar aqui, 2022)

O solo como material de construção ajuda na diminuição da poluição ambiental gerada na obra, em relação a outros materiais utilizados, já que a energia empregada na construção equivale a 1% da produção e transporte de tijolos cozidos ou de concreto armado. E caso seja respeitado o limite do uso de 12% de cimento em sua preparação, o material pode ser reciclado inúmeras vezes, sem danos prejudiciais ao meio ambiente, Minke (2012).

Minke (2012 p. 12) também apresenta , os problemas da construção com terra crua como a “diversidade dos tipos e solo onde é escavado, impossibilitando uma receita universal e tornando necessário conhecimentos como a composição do solo para avaliar suas propriedades e alterá-las caso seja necessário, com a aplicação de aditivos”.

Outro ponto negativo é a contração da argila, esse fator pode ocasionar fissuras devido a evaporação e água na mistura. Outro ponto importante é que as construções em terra devem ser protegidas da chuva e grandes acúmulos de umidade, sendo necessário que sejam instalados beirais no telhado e pingadeiras, para estruturas que sofrerão com o intemperismo o revestimento das superfícies com barreiras impermeabilizantes é muito importante.

Podemos observar também uma relação no aspecto estrutural nesse modelo de alvenaria sendo mais “leve que o convencional, diminuindo assim custos com fundações. A taipa apresenta um ótimo grau de acabamento dispensado por vezes o reboco e a pintura, e em nada se diferencia de uma construção convencional” (MINKE 2012 p. 37).

As construções apresentam técnicas relativamente simples e por muitas vezes necessitam de poucos materiais, alguns já encontrados no próprio terreno como o caso do

solo, tendo como matéria prima principal: a terra (argila e areia), água, cimento ou outros aditivos. Elas apresentam um problema em terrenos pequenos pois possuem paredes com espessuras de aproximadamente 0,30 m a 1 m dependendo das cargas, porém, com o uso de novas tecnologias e estabilizantes podemos obter paredes com maior índice de esbeltez.

Segundo Brito (2012,p. 60), “com o correr do tempo o maciço se petrifica adquirindo solidez extraordinária”. Mas, nessas edificações devido ao modelo de construção com paredes em alvenaria estrutural, se torna impossível a abertura de novos vãos após o término da edificação. Sendo assim o modelo de taipa estrutural deve atender a alguns critérios para atuar efetivamente se restringindo a alguns padrões arquitetônicos.

Tendo em vista que a primeira etapa para a realização de uma edificação com taipa é a identificação da composição do solo, é necessário saber a quantidade de argila e areia no material. Para que as correções do solo sejam aplicadas. Segundo Neves (1995 p.47), “para um bom solo a quantidade de argila é igual à da areia e, para um solo ideal é preciso que a areia seja maior do que a argila, caso contrário devemos corrigir o solo com areia ou argila, até atingir o solo ideal”.

Outro teste importante é a umidade do solo sendo realizado pelo processo de pesagem e secagem em estufa. Após a pesagem do material seco em comparação do material úmido podemos obter o teor de umidade presente naquele solo. Para a obtenção da umidade ideal após o processo de secagem, é necessária a adição de mais 15% do peso do material em água obtendo o chamado solo ótimo (NBR 12023).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho, apresenta-se a elaboração do ensaio de corpos de prova em taipa de pilão. Conforme foi salientado na introdução tal pesquisa foi realizada em corpos de prova com dimensões de 10cm x 15cm (NBR 12023). Com a finalidade de obter os parâmetros necessários para o rompimento e análise dos resultados. Todos os corpos de prova foram submetidos a uma cura de 14 dias. O solo utilizado para a realização deste trabalho foi retirado do canteiro experimental -UNIS-MG como mostra a imagem (figura 8), apresentando a predominância da terra vermelha.

Figura 8 - Amostra de solo.



Fonte : (O próprio autor , 2022)

O cimento utilizado na mistura tem como classificação o CP II – z 32, da linha de cimentos Montes Claros, adquirido no clube da casa Maiolini. A seguir temos as características técnicas do produto (tabela 1), que é especificado pela NBR 16697 (ABNT, 2018).

Tabela.1 - Características do cimento.

Tabela 3 - Características técnicas do Cimento Portland utilizado

| Designação normalizada | Sigla | Classe de resistência | Sufixo | Clínquer + Sulfatos de cálcio | Escória granulada de alto-forno | Material pozolânico | Material cabonático |
|---|--------------|------------------------------|---------------|--------------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|
| Cimento Portland composto com material pozolânico | CP II - Z | 25, 32 ou 40 | RS ou BC | 71 - 94 | 0 | 6 - 14 | 0 -15 |

Fonte: Adaptado de NBR 16697 da ABNT (2018).

Fonte: (Adaptado de NBR 16697 da ABNT 2018, 2022).

O pó de pedra utilizado no processo é oriundo do basalto, obtido por meio de uma doação de 5kg de material pela pedreira Santo Antônio, situada em Varginha.

Os métodos para a realização deste trabalho se iniciam no teste de vidro, constituindo na adição de uma porção de terra, seca e destorroada, em um recipiente de vidro no qual foi utilizado um becker, com capacidade para 1 l até 1/3 de sua altura com 300g de material, logo em seguida foi adicionado água até completar o valor de 900 ml (figura 9), realizando um agitação de 1 mim no recipiente após a agitação dos sedimentos obtemos a dispersão do solo na água.

Figura 9 - Teste do vidro.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Após o repouso de uma hora constatamos a composição do solo, identificando o solo segundo os cálculos de H1, H2 e H3 a tabela (próxima tabela) como 60% de argila e 40% de areia o que nos deu um teor de argila muito alto, necessitando uma correção por meio de estabilizantes de 20% para a proporção ideal.

Tabela 2 - Teste do vidro.

| Material | Sigla | Altura | Fórmula | Fórmula | % |
|----------|-------|--------|---------------------------|--------------------------|-----|
| Areia | H1 | 1.2 cm | $(H1/H3) \times 100$ | $(1.2/3) \times 100$ | 40% |
| Argila | H3 | 1.8cm | $[(H3-H2)/H3] \times 100$ | $[3-1.2/3] \times 100$ | 60% |
| Silte | H2 | 1.2cm | $[(H2-H1)/H3] \times 100$ | $(1.2-1.2)/3 \times 100$ | 0% |

Fonte : (O próprio autor , 2022).

Outra etapa importante foi o teste de umidade colocando 3 porções de 5kg de terra para uma secagem de 24hrs a 60 graus celsius, apresentando um peso total de 12,3kg após a secagem. Resultando em uma massa seca correspondente a 82% e uma umidade de 18%, é importante salientar que o solo havia sofrido de precipitação de chuva no dia anterior.

A realização do ensaio de compressão consistiu na moldagem de um corpo de prova cilíndrico, e a seguir após o tempo de cura, o rompimento dos corpos de prova por aplicação de força de compressão. Os corpos de prova destinados à pesquisa e as variáveis

pesquisadas são apresentados nos parágrafos subsequentes.

Para o teor de cimento apresentados nos corpos de prova houve uma variação de 8 a 12% segundo a NBR de taipa de pilão 17014, e proposta de melhoria com a adição de pó de pedra para estabilização na proporção de 20% e 10 % variando entre os corpos de prova, sendo assim foram empregados esses valores na confecção dos corpos de prova.

Segundo a NBR 12023 sobre solo cimento e ensaio de compactação, após a secagem do material o mesmo deve sofrer o processo de destorroamento (figuras 10 e 11). O material que não for retido pela peneira de malha nº 4 com malha de 4,8mm é o único que pode ser empregado neste ensaio temos a seguir o peneiramento do solo e da proposta de substituição (figura 12):

Figura 10 - Destorroamento manual.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Figura 11- Destorroamento por apiloamento.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Figura 12 - Peneiramento da areia.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Para a realização da determinação do traço para esses corpos de prova foram seguidas as normativas da NBR 12023 sobre ensaios de compactação. Sendo assim os materiais foram dosados e misturados seguindo a tabela a seguir (tabela 3) obedecendo os parâmetros para a estabilização do solo que foi de 20% a fim de obter 60% de material arenoso para atender os parâmetros da NBR 17014 taipa de pilão que estabelece que o material arenoso deve compor entre 50% e 70% da composição do solo.

Após determinar os traços, os parâmetros foram determinados em diferentes dosagens de estabilizantes. Apresentando a proposta de adição de pó de pedra de 20% como estabilizante, e a mistura de pó de pedra em 10 % de pó de pedra e 10% de cimento para uma análise comparativa da união desses estabilizantes obedecendo os parâmetros de 8% a 12% indicados na NBR 17014 Taipa de pilão.

Tabela 3 - Determinação do traço.

| Corpo prova | Material | Teor | Estabilizante | Teor | Total |
|-------------|----------|------|-----------------------|------------|-------|
| 1 | Solo | 80% | Areia | 20% | 100% |
| 2 | Solo | 80% | Pó de pedra | 20% | 100% |
| 3 | Solo | 80% | Cimento areia | 10% 10% | 100% |
| 4 | Solo | 80% | Misto de pó e cimento | 10% 10% | 100% |

Fonte : (O próprio autor , 2022).

Em seguida todo o material foi dosado obedecendo a tabela a seguir (tabela 4), visando a compactação foram realizadas misturas com 1kg de material total para obtenção

do traço das misturas (figura 13).

Tabela 4 - Estabilização do material.

| Corpo prova | Material | Peso | Material | Peso | Total |
|-------------|----------|------|------------------------|--------------|-------|
| 1 | Solo | 800g | Areia | 200g | 1000g |
| 2 | Solo | 800g | Pó De pedra | 200g | 1000g |
| 3 | Solo | 800g | Cimento Areia | 100g 100g | 1000g |
| 4 | Solo | 800g | Pó de pedra cimento | 100g 100g | 1000g |

Fonte : (O próprio autor , 2022).

Figura 13 - Solo estabilizado



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Logo em seguida a umidade do solo foi restaurada seguindo as diretrizes da NBR 12023 que estabelece em 15% do solo total o valor da umidade ótima do material aceitando a variação de 1% em seu valor final, em seguida foi adicionado 150 ml de água por kg de material, sempre aos poucos e misturando sem pausas até atingir o resultado desejado (figura 14). Após o restabelecimento da umidade ótima foi realizado o cálculo para o teor de umidade da amostra compactada (figura 15).

Figura 14 - Umidade ótima.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Figura 15 - cálculo da umidade ótima.

6.1 Cálculos

6.1.1 Calcular o teor de umidade da amostra compactada:

$$h = \frac{m_{bu} - m_{bs}}{m_{bs} - m} \times 100$$

Onde:

h = teor de umidade da amostra compactada, em %

m = massa do recipiente ou cápsula, em g

m_{bu} = massa do recipiente ou cápsula, mais a amostra úmida, em g

m_{bs} = massa do recipiente ou cápsula, mais a amostra seca, em g

Fonte: (Adaptado de NBR 12023 da ABNT 1992, 2022).

Logo por sua vez temos $h = [(146-132)/(132-46)] \times 100 = 16,27\%$, um valor aceitável para o teste de compactação segundo a NBR 17014. Sendo todos os corpos de prova, destinados ao estudo compactados manualmente.

Para a compactação dos corpos de prova foram realizadas 3 camadas com aproximadamente 10 cm de espessura de acordo com a NBR 12023, em moldes de 10 cm de diâmetro, sendo compactados com 26 golpes de pilão por camada como podemos ver a seguir, (figuras 16, 17).

Figura 16 - Altura das camadas.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Figura 17- Apiloamento.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Cada camada foi realizada inserindo 15 cm de solo não compactado, sendo na sequência atingida pelos golpes do pilão 26 vezes consecutivamente a fim de compactar o material, ao término de cada camada era adicionado mais material para compactação totalizando 30 cm de altura compactado. Após o material ser umedecido nos seus 3 primeiros dias de cura, eles foram deformados e aguardaram 14 dias para os testes de compressão (Figura 18).

Figura 18 - cura



Fonte : (O próprio autor , 2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 14 dias dos desmoldes dos corpos de prova, foi realizado o ensaio de compressão em uma prensa hidráulica modelo Pavitest da empresa Crabi, (figura 19 e 20) situada em Varginha MG, obtendo os resultados a seguir:

Figura 19 - Traço convencional.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

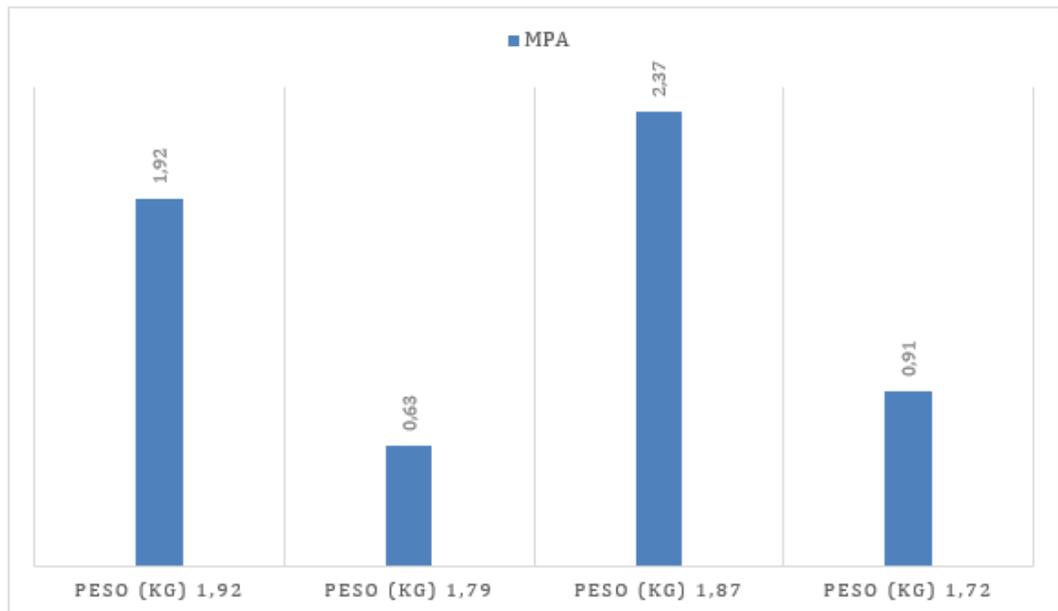
Figura 20 - Traço pó de pedra.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

A seguir o gráfico (gráfico 1) abaixo mostra os pesos de cada corpo de prova e seu traço, apresentando o valor médio de 1,46 MPA, tendo em vista que fatores como a compactação do material e a distribuição de umidade podem influenciar nos resultados.

Gráfico 1 - Resistência dos corpos de prova.



Fonte : (O próprio autor , 2022).

Para o traço convencional usando areia como estabilizante, o valor que encontramos no ensaio é apresentado no gráfico acima e uma resistência de 1,92 Mpa, sendo que o traço convencional da taipa apresentou uma resistência mais elevada do que a proposta de melhoria do pó de pedra de apenas 0,63 Mpa. Esse fato se deve a fragilidade encontrada na ruptura do corpo de prova, algo que pode ter vindo a ocorrer devido aos diferentes graus de absorção de umidade, um elemento que é essencial para garantir a resistência dos traços.

A proposta de substituição por pó de pedra com auxílio de cimento como aditivo encontrou um valor máximo de 0,91 Mpa. Apesar de apresentar uma melhora em relação ao processo sem aditivos porém, ainda foi menor que o traço convencional com cimento de 2,37 Mpa.

5 CONCLUSÃO

A substituição do traço da taipa de pilão proposto pelo artigo não teve um impacto positivo no aumento da resistência, já que o traço alternativo utilizando pó de pedra e cimento obteve um valor 62% menor que o traço convencional de areia e cimento. O traço de pó de pedra sem o auxílio de cimento apresenta um valor ainda menor de 67%, desencorajando o uso desse material como estabilizante.

O processo de adição de pó de pedra acabou ocasionando uma perda de umidade maior e de maneira mais rápida que o traço convencional, os corpos de prova com pó de pedra tiveram uma ruptura mais abrupta se partindo em vários pedaços, diferente dos corpos de prova com traço convencional.

O custo de uma obra com pó de pedra ou areia não se diferencia muito devido à diferença de preço entre os materiais ser muito baixa, e em casos de importação de pó de pedra esse material se torna inviável. Podemos ter como proposta para novas pesquisas a utilização de outra rocha com formação diferente da encontrada no basalto para definição de um novo traço.

PESTLE RAMMED EARTH: Inclusion of stone dust as a stabilizer to increase resistance

ABSTRACT

With the need for built environments as a high resistance and non-aggressive, also presenting the low energy consumption in its production, also presenting the low energy consumption in its production and in the transport of materials, for being an abundant resource not always necessary the transport of this material. Another positive point is the thermal inertia of the rammed earth, allowing the exchange of humidity with the structure, eliminating the need for air conditioning in the environment. On the other hand, rammed earth has a very low tensile and flexural strength. In view of aspects, knowledge about soil stabilization becomes fundamental for structural parameters such as resistance and durability. When carrying out a rammed earth project, specifications must always be taken into account, such as the relationship between the material and the slenderness index that can be obtained by the structure and the project. Thus, the present aims at the elaboration of a new trait for the tatapilão, whether it includes the partial addition or the complete replacement of sand by improving its stone article properties. the new trace that the trace powder was obtained from a stone test demonstrating a conventional piece.

KEYWORDS: Sustainability. rammed earth, environment.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 16697: Cimento Portland — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT NBR 17014: Taipa de Pilão: Requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2022.

ABNT NBR 12023: Ensaio de compactação de solo cimento. Rio de Janeiro, 2012.

ACHCAR, Maria Leticia da Silveira. **Edificações em terra: processo de produção e evolução da taipa**. 2016. Dissertação (mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.ipt.br/pos_graduacao_ipt/solucoes/dissertacoes/834-edificacoes_em_terra>. Acesso em: 7 mar. 2022.

BRITO, Jorge; FLORES, Ivette. **Paredes em terra crua**. Universidade de Lisboa. 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282251003_Paredes_em_terra_crua> Acesso em: 5 maio. 2022.

FELTRAN, Murilo. **Industrialização da construção civil torna o setor mais sustentável e eficiente**. 2019. disponível em: <<https://www.temsustentavel.com.br/industrializacao-construcao-civil-sustentavel-eficiente/>> Acesso em: maio. 2022

LABORATORIO, **Mecânica dos solos** 2017. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/62120719-Laboratorio-de-mecanica-dos-solos-tc-033.html>>. Acesso em 03 de maio de 2022.

MAIA, Leonardo Ribeiro. **Contribuição às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto**. 2016. 137p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-05092016-154943/publico/leonardoribeiro.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2022

MAYUMI, L. **Taipa, canela-preta e concreto**. São Paulo: Romano Guerra, 2008. 320 p. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16131/tde-05052010-105239/pt-br.php>>. Acesso em: 01 maio 2022.

MELLO, Estefânia. **Setor de Construção Civil está atento à eficiência energética em edificações**. 2020. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BF5EAADD6-CCB0-4E29-A0C4-482D3D66BB65%7D&Team=¶ms=itemID=%7BE1062B7F-CB47-4AD1-8040-058AF8FD30CB%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>>. Acesso em: maio. 2022.

MINKE, Gernot. Manual de Construção com terra: Uma arquitetura sustentável. B4 editores, 2015.

NEVES, C. M. M. **Inovações Tecnológicas em Construção com Terra na Íbero-América**. In: ORNSTEIN, S. W. (Org). Workshop: Arquitetura de Terra. São Paulo: FAU-USP, 1995, p. 49 – 60. Disponível em: <

https://www.academia.edu/35702333/T%C3%A9cnicas_de_constru%C3%A7%C3%A3o_em_terra . Acesso em : 25 de abr. 2022.

PINHEIRO, Levi et al. **Panorama Da Produção De Obras Em Terra Crua Com Design Contemporâneo Nos Últimos 60 Anos No Brasil**. In: Congresso Internacional de História da construção Luso Brasileira, 02., 2016, Porto - Portugal, 2016. p. 1-11. Disponível em: <<https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/86343/2/162727.pdf>>. Acesso em: 06 maio. 2022.

PINTEREST. **Construções em taipa**. Disponível em : <https://br.pinterest.com/pin/362469470007873732/>> Acesso em 05 de maio .2022.

PINTEREST. **Clarisse Leite Arquitetura em taipa**. Disponível em : <<https://br.pinterest.com/clarissaleite/taipa/>> Acesso em 05 de maio .2022

SUSTENTAR AQUI. **Taipa de pilão, o que é? como fazer?**. Disponível em :<https://sustentarqui.com.br/taipa-de-pilao-o-que-e-como-fazer-quais-sao-suas-vantagens/>. Acesso em 04 de maio de. 2022.