ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

ANÁLISE PRELIMINAR EXPERIMENTAL DAS PRESSÕES HORIZONTAIS ATUANTES NA FÔRMA DO SISTEMA DE TAIPA DE PILÃO

MENDONÇA, Rafael M.
(rafael.mendonca@ufms.br)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasill

YUBA, Andrea N.
(naguissa.yuba@ufms.br)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasill

CHEUNG, Andrés B.
(andres.cheung@ufms.br)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasill

PALAVRAS-CHAVE:

Taipa, formas, construção, terra, compactação.

RESUMO

A taipa de pilão, entre tantas técnicas construtivas disponíveis no mercado de construção de edifícios, devido ao aprimoramento estético e avanços tecnológicos que sofreu ao longo dos séculos, tem se tornado uma boa opção aos profissionais que desejam edificar com eficiência energética e sustentabilidade. Muitas publicações (normas, manuais, livros, artigos e teses) estabelecem critérios mínimos para execução, desde a preparação do solo até a escolha da fôrma, entretanto não é clara a informação de como são dimensionadas tais fôrmas, estando oculta ou sendo desconhecida as pressões horizontais atuantes, principalmente as pressões ocasionadas pelo efeito da compactação do solo. Com o objetivo de preencher tal lacuna, a realização de análise experimental se mostra relevante. Este trabalho realizou uma análise experimental com um molde indeformável e com conjunto de sensores posicionados lateralmente, foram realizadas medidas de pressão horizontais e verticais atuantes ao longo do processo de execução das paredes de taipa. Com os resultados preliminares, foi possível determinar a ordem de grandeza das pressões horizontais na fôrma, e foi possível verificar o efeito da compactação exercida pelo equipamento. Cabe salientar que a partir de uma determinada altura de solo compactado, tais efeitos deixam de afetar as camadas mais baixas já compactadas. Conclui-se, até o momento, que a metodologia experimental proposta para medidas de pressões horizontais é promissora para o equacionamento do problema e que é possível através de novos ensaios propor uma metodologia analítica para estimativa destes valores.

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica do último século e a globalização possibilitaram a oferta de um conjunto de soluções construtivas para execução de edificações, das mais modernas como drywall, steel frame e paredes de concreto, até as mais antigas, como a taipa de pilão, que tem sido bastante exaltada devido a seu apelo estético e potencial de contribuição para aumentar o grau de sustentabilidade da construção civil.

Na taipa de pilão, a terra é estabilizada por compactação e pode ou não conter algum aglomerante para melhorar as características do material compactado. Easton; Easton (2012) ponderam que os avanços da tecnologia de taipa, se comparados a outras técnicas à base de terra, são nítidos em qualidade construtiva e confiabilidade do produto, além da estética. Muitas taipas produzidas atualmente têm um alto grau de desenvolvimento tecnológico, com fôrmas metálicas, transporte mecanizado com correias transportadoras, compactadores pneumáticos, tratores, misturadores mecânicos e controle tecnológico. A técnica deixou de ser totalmente empírica e é hoje, um sistema projetado, de alta resistência mecânica, ambientalmente menos impactante do que outras paredes estruturais convencionais e executada com a mesma sofisticação das técnicas racionalizadas.

Há um entendimento entre vários autores (EASTON, 2007; HALL; LINDSAY; KRAYENHOFF, 2012; KRAHN, 2019; MANIATIDIS; WALKER, 2003) de que a correta execução de paredes de taipa deve respaldar-se no conhecimento de requisitos mínimos para terra, água e aglomerante; equipamentos; mão de obra capacitada; requisitos mínimos para fôrmas. Tais temas são mencionados pelas poucas normas e códigos de práticas existentes (Austrália, Novo México/EUA, Canadá, Sri Lanka, índia, Nova Zelândia, Quênia, Zimbábue, Espanha, Austrália), de acordo com Cid, Mazarrón e Cañas (2011), mas o conteúdo sobre fôrmas é mínimo.

Há menção de materiais utilizados, componentes das fôrmas, concepção de negativos para criação de vãos ou elementos decorativos, painéis de canto, mas o dimensionamento das fôrmas ou os esforços atuantes devido ao empuxo gerado pelo peso próprio do solo e pelo impacto do equipamento de compactação não são tratados apesar de serem estes dados necessários para o correto dimensionamento dos painéis e demais elementos do conjunto de fôrmas. O mesmo nível de generalização é dado por Samuel et al. (2018) apesar de ser um material elaborado por uma associação de produtores de taipa para ser utilizado por seus pares.

Dada a pouca informação que possa contribuir com o meio produtivo, este trabalho foi elaborado para tratar dessa lacuna de dados para a correta concepção de uma fôrma, ao mesmo tempo resistente ao efeito da compactação e também otimizada, visando minimizar seu custo.

2. OBJETIVOS

Os objetivos são determinar experimentalmente as pressões horizontais exercidas pelo solo compactado nas fôrmas utilizadas no sistema construtivo de taipa de pilão e identificar a altura de terra a partir da qual o compactador deixa de influenciar na leitura das pressões.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Paredes de taipa de pilão (ou taipas) são formadas pela compactação de solo entre fôrmas temporárias (MANIATIDIS; WALKER, 2003). Há dois tipos de fôrma: tradicionais e contemporâneas. As tradicionais são rudimentares, pequenas, de altura aproximada de 50 cm, trasladadas horizontal e verticalmente, resultando em marcas e juntas bem visíveis na taipa decorrentes da frequência de movimentação das fôrmas. Apesar de antigo, esse tipo de fôrma continua a ser utilizado na atualidade.

As fôrmas mais contemporâneas ganharam em produtividade e versatilidade e têm vários subtipos. Podem ser pré-montadas, montadas à medida que se eleva a parede ou ainda uma mescla das duas. A compactação é usualmente feita com compactadores pneumáticos. São usados elementos estruturais das mais variadas inércias e materiais e o sistema de travamento e prumo varia: agulhas transpassantes ("cabodás"), escoras externas ou estrutura-andaime (SIREWALL, 2019; LEHM TON ERDE, 2020; RAMMED EARTH WORKS, 2020; TAIPAL, 2019; RAMMED EARTH AUSTRALIA, 2021).

3.1 SOLICITAÇÕES DO PROCESSO EXECUTIVO ÀS FÔRMAS

Devido à falta de dados quanto ao dimensionamento de fôrmas para paredes de taipa, principalmente dados referentes às pressões atuantes na taipa no momento da execução, toma-se como comparação inicial as informações e estudos sobre fôrmas para estruturas de concreto, assim como foi feito por outros autores: a norma neozelandesa para taipa NZS 4297:1998 (STANDARD NEW ZEALAND 4297, 1998) menciona a norma australiana para concreto (AS 3610-1995), como referência para a sua elaboração; Downton (2013) também cita a semelhança das fôrmas para concreto moldado in loco, e trata da necessidade de requisitos específicos para as paredes de terra, mas não detalha quais seriam. Easton (2007) comenta a preferência dos construtores no sudoeste dos EUA para o uso de fôrmas da indústria do concreto, tal como as fabricadas pela Symons®, na qual cada chapa de madeira compensada é suportada por perfis metálicos.

Apesar da comparação inicial, as solicitações da fôrma são diferentes entre concreto e taipa. Para as fôrmas de concreto, a máxima pressão ou peso sobre as fôrmas de contenção ou suporte, ocorre no momento do lançamento do concreto dentro da fôrma, que ainda está fluido e tem o empuxo como o principal componente de força horizontal agindo. No entanto, aproximadamente em menos de 2 horas, a

pressão nas fôrmas da parede ou da coluna atingirá um valor máximo e, em seguida, diminuirá para zero. Já para as fôrmas de taipa, no lançamento da mistura de taipa (terra + água + estabilizantes), o empuxo ocasionado pelo estado de repouso do material solto não é tão grande quanto ao do concreto fresco, porém, através do adensamento do material solto (compactação mecânica), haverá um empuxo devido ao esforços dinâmicos de compactação que faz com que a fôrma seja solicitada de forma diferente, com grande variação de frequência e intensidade ao longo da execução.

Na taipa, na parte inferior do sistema de fôrmas, acredita-se haver um acréscimo de pressões horizontais (ph) ao final da compactação de cada camada até uma determinada altura de solo compactado (número a ser observado experimentalmente). A partir dessa altura não se observará mais acréscimos de pressões horizontais (ph) e poderá até ser verificada uma redução na transmissão destas para as fôrmas enquanto os esforços verticais (pv) se mantém crescente, devido ao aumento do peso próprio que atuará nas camadas inferiores, o que é afirmado por KRAHN (2019): "à medida que as camadas superiores vão sendo adicionadas (...), a pressão exercida na parte inferior do sistema da parede é em sua grande parte, vertical, atuando na fundação" (tradução do autor)1. Essa solicitação vertical (pv) nos elementos de fundações não interfere no dimensionamento da fôrma.

Para um projeto de fôrma, o valor de 200 lbf/ft^2 (9,6 kPa) é comumente usado por construtores de taipa para a pressão horizontal (ph) exercida durante a compactação pneumática. Para Krahn (2019) na ausência de testes específicos, este é um número razoável para uso. Entretanto, esse autor não faz menção à espessura, à altura da parede ou quais equipamentos utilizou para que se possa considerar a pressão de 9,6 kPa, tampouco fornece a informação de como se chegou a tal valor.

Sabe-se pelos trabalhos de Duncan e Seed (1986) e Ehrlich e Mitchell (1994) que a dinâmica da compactação altera significativamente as pressões verticais e horizontais no solo e desta forma a utilização das pressões obtidas similarmente ao concreto é equivocada. Assim, pode-se, analogamente, buscar os esforços atuantes através das teorias aplicadas a solos. A hipótese é de que as fôrmas da taipa possam receber pressões semelhantes às estruturas de contenção, como muros de arrimo e silos. Ehrlich e Becker (2010) afirmam: "a passagem do equipamento de compactação induz acréscimos nas pressões verticais, elevando-as para a máxima pressão vertical efetiva induzida durante a compactação, incluindo as forças de origem dinâmica. Ao mesmo tempo, ocorre um aumento nas pressões horizontais, que atingem um valor máximo. Com a retirada do equipamento, ao final da operação de compactação, a pressão vertical retorna ao valor inicial. Todavia, o mesmo não ocorre com a pressão horizontal que sofre pequena redução para um valor superior ao inicial".

Iunes e Milani (2019) propuseram a análise dos esforços atuantes nas fôrmas de taipa, fazendo analogia a paredes laterais de silos, com aplicação da fórmula de Calil e Cheung (CALIL; CHEUNG apud IUNES; MILANI, 2019), tendo em vista que

1 Ttexto original: "As the lifts are added one on top of each other, the pressure exerted at the bottom of the wall system is largely vertical, acting on the foundation."

tal metodologia leva em consideração os efeitos do atrito entre o solo e o material do painel, mas sabe-se que esta metodologia precisa ser corrigida pelos efeitos dinâmicos atuantes no topo das camadas.

Dessa maneira, entender o comportamento do solo quando compactado e combinar estas informações com as metodologias de dimensionamento de fôrmas para paredes de concreto poderá levar ao dimensionamento, projeto e concepção de fôrmas para taipa mais econômicas e eficientes.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Na ausência de estudos específicos para determinação da pressão horizontal (ph) atuante nas fôrmas para paredes de taipa na revisão de literatura realizada, foi definido um experimento para a determinação experimental das pressões horizontais (ph) atuantes nas fôrmas para paredes de taipa.

4.1 EXECUÇÃO DE MOLDE INDEFORMÁVEL

Dado que a vibração de uma fôrma usual para taipa poderia interferir na medição de pressão, optou-se pela construção de um molde indeformável e não desmontável.

O molde é composto por 2 paredes de alvenaria de blocos cerâmicos de 8 furos (dimensões 9x19x19cm), assentados de uma vez, rebocadas, ficando cada parede com espessura final de 20cm e altura de 1,06m e afastadas em 25cm. A fundação é um radier de concreto armado (espessura 10cm). São consideradas indeformáveis pois, se comparadas às espessuras de chapas de madeira compensada (18 a 20mm), a alvenaria é aproximadamente 15 vezes mais espessa.

Chapas de laminado compensado de madeira, com 5mm de espessura, foram colocadas internamente à alvenaria para simular a rugosidade de uma fôrma de taipa. Na Figura 1 o posicionamento dos medidores no molde indeformável.

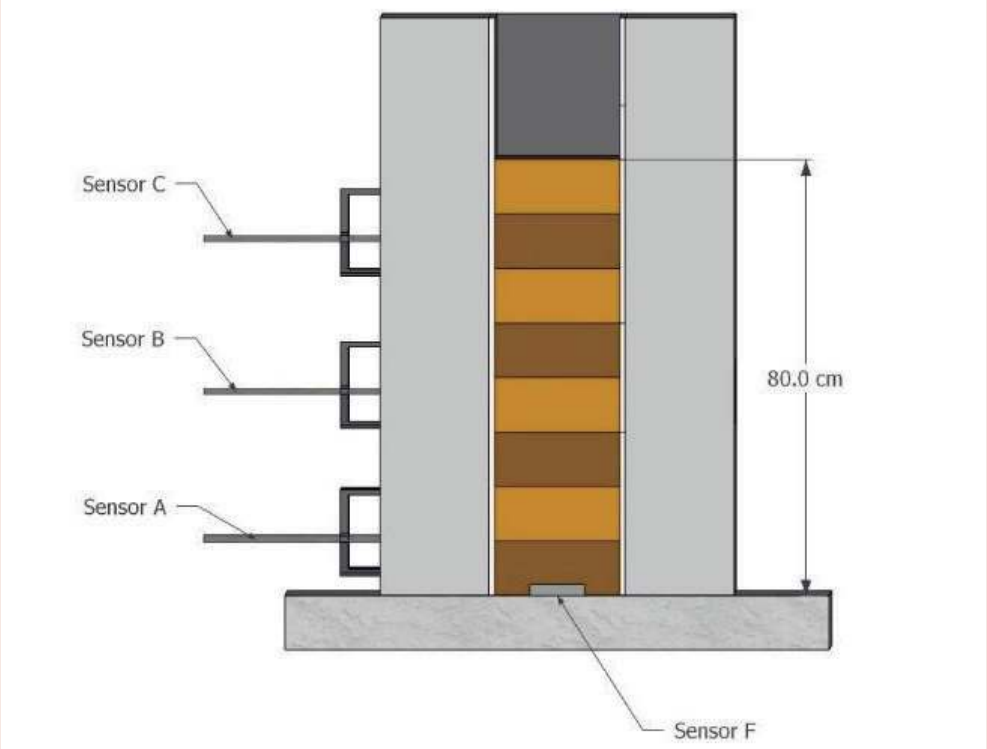


Figura 1. Vista lateral do molde indeformável com o posicionamento dos sensores

4.2 O SOLO

O material foi caracterizado de acordo com a ABNT-NBR 6459:2016 (NBR 6459, 2016), ABNT-NBR 7180:2016 (NBR 7180, 2016), ABNT-NBR 7181:2016 (NBR 7181, 2016) e ABNT-NBR 6457:2016 (NBR 6457, 2016). Para o material coletado, foram realizados ensaios de compactação Proctor segundo a NBR 7182 (NBR 7182, 2016), a fim de determinar a umidade ótima da mistura e garantir assim o grau de compactação máximo, sendo este grau como 100% do Proctor Normal.

4.3 HOMOGENEIZAÇÃO DA MISTURA

A mistura da taipa foi feita com misturador horizontal de argamassa, com motor de 5HP. Foi escolhido este equipamento pela disponibilidade, facilidade de instalação, facilidade de transporte e por apresentar boa homogeneização da mistura de terra.

4.4 LANÇAMENTO DA MISTURA E PREENCHIMENTO

O preenchimento do molde foi feito seguindo as recomendações das NMAC 14.7.4.1:2015 (NMAC 14.7.4.1, 2015): lançamento em camadas relativamente uniformes, com 15cm de altura de solo solto (hss), em média. Cada camada, compactada

antes do lançamento da próxima camada, ficou, em média, com 10cm de altura de solo compactado (hsc).

4.5 COMPACTADOR E COMPACTAÇÃO

Para a compactação, foi utilizado um compactador pneumático da marca Chicago Pneumatics, série CP 0200, modelo CP0200BXXL, frequência de compactação de 720gpm, diâmetro da sapata de 127 mm e 13kg.

Para a determinação da massa específica aparente seca in loco foi realizada a cravação de anel biselado de volume e peso conhecidos.

O teor de umidade das misturas foi controlado no momento do lançamento da terra homogeneizada e posteriormente aferidas em estufa, estando próximo do teor de umidade ótima para 100% de compactação com variação de no máximo 4%.

4.6 OS SENSORES E O CONJUNTO DE MEDIÇÃO

Para compor o conjunto de medição foram utilizados dois discos em aço de diâmetro conhecido (Figura 2), instalados em lados opostos da célula de carga de flexão. A um dos discos foi soldada uma porca (Figura 2), com função de acoplar o conjunto a uma barra roscada que é encaixado a um suporte metálico, que por sua vez é fixado externamente ao molde (Figura 3). Todos os conjuntos foram calibrados por meio de padrões de referências anteriormente aos ensaios realizados.

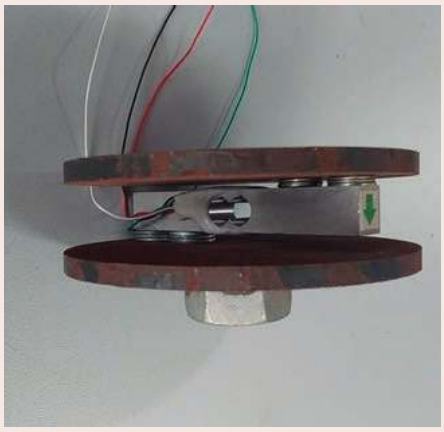


Figura 2. Conjunto de medição



Figura 3. Suportes metálicos fixados no molde indeformável

Os sensores escolhidos para a leitura dos dados de pressão horizontal foram o sensor A (h=10cm) e o sensor B (h=37cm), alinhados verticalmente e posicionados horizontalmente no meio do molde. Também foi feita a leitura de dados de pressão vertical através do sensor F, posicionado no fundo do molde, abaixo das camadas de solo compactado.

4.7 HARDWARE E *SOFTWARE* PARA AQUISIÇÃO DE DADOS

O hardware utilizado para aquisição de dados foi o QuantumX MX840B/MX440B com 8 canais de leitura, com o software CATMAN. A coleta de dados foi a cada 0,2 segundos, sendo a leitura interrompida entre o fim da compactação de uma camada e o início da compactação da camada seguinte.

5. RESULTADOS

Foram realizados até o momento quatro ensaios, tendo os dados dos três primeiros sido descartados pois destinaram-se ao ajuste do molde, definição e calibração dos procedimentos de ensaio.

No quarto ensaio, foram lançadas e compactadas 8 camadas de solo totalizando 80cm de altura de solo compactado (hsc).

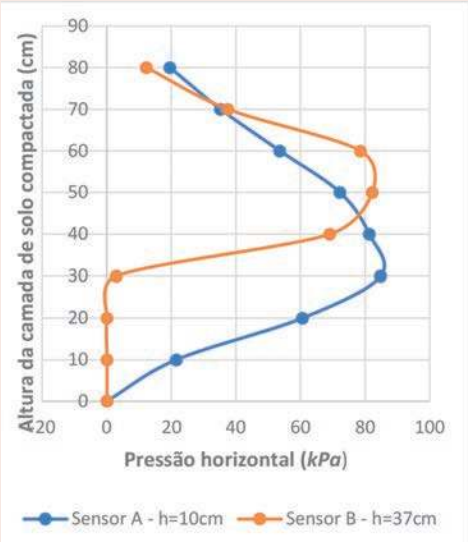


Figura 4. ph por sensor ao longo das camadas de solo compactados

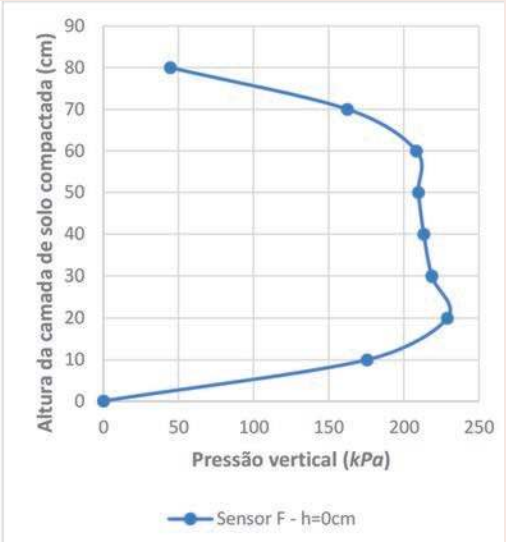


Figura 5. pv no sensor F ao longo das camadas de solo compactado

Foi possível verificar (Figura 4) que ambos os sensores atingiram pressões horizontais máximas com valores muito próximos e que, após atingir os valores máximos, houve um decréscimo nos valores lidos. Também foi possível observar que para os dois sensores os valores máximos encontrados foram coletados a uma altura aproximada de 30cm de camada de solo compactado acima do nível do sensor.

A máxima pressão vertical registrada foi de 229,2 kPa (Figura 5), cujo valor começa a decair também a partir da altura de camada de solo compactado de 30cm, o que corresponde à altura onde houve o registro da máxima pressão horizontal para o sensor A (10cm) com valor de 84,79 kPa, o que aparentemente se justificaria pela

transmissão de carga vertical através do atrito entre o solo e o painel de madeira, desta forma o estudo de Cheung (2007) merece uma maior atenção para que se possa também correlacionar as pressões verticais de forma analítica afim de se obter valores de pressão horizontais.

O ensaio foi finalizado na altura de 80 cm pois o sensor A e o sensor F já apresentavam leituras de pressão bem inferiores às máximas já lidas em camadas mais inferiores, tendo sido verificado que a compactação já não causava mais interferência significativa nas leituras de pressão das primeiras camadas.

A Figura 6 mostra o comportamento do sensor A (h=10cm) ao longo das camadas de compactação,

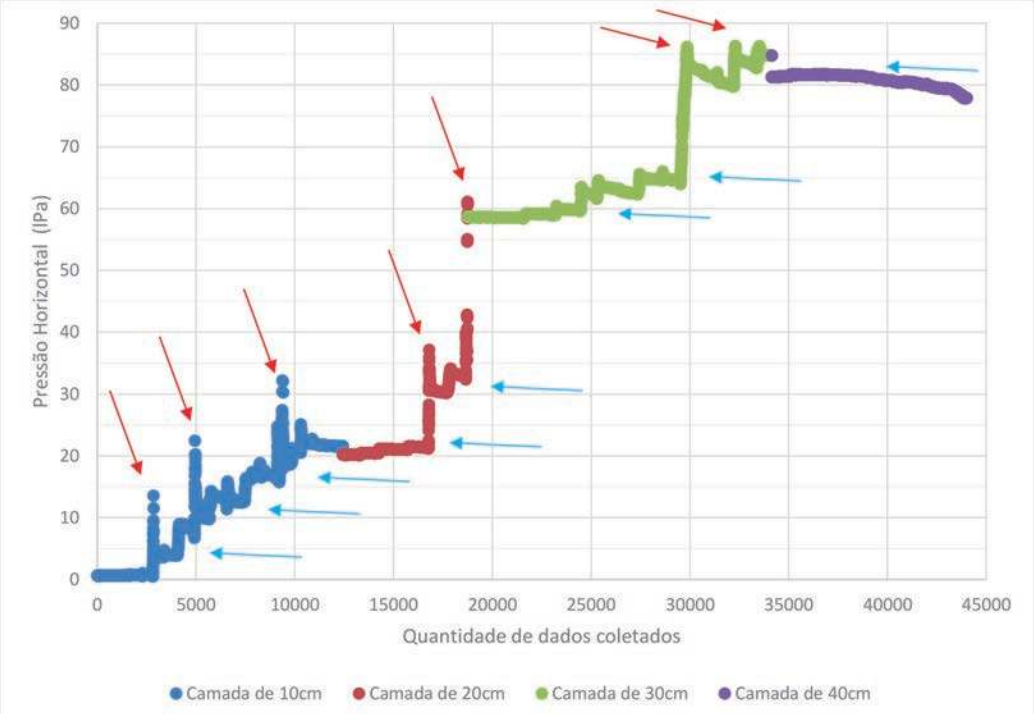


Figura 6. Pressão horizontal ao longo das camadas de compactação (sensor A - h=10cm)

Desta figura destacam-se algumas observações:

- Os pontos dispersos (setas vermelhas) correspondem ao efeito dinâmico do compactador atuando diretamente nas imediações do sensor. Tais valores não podem ser tratados como máximos já que se tratam de leituras pontuais e momentâneas.
- Os patamares (setas azuis) correspondem à pressão horizontal máxima atuante no sensor. Conforme o compactador é passado mais de uma vez sobre a mesma camada, novos patamares vão sendo acrescidos, o que indica aumento das pressões horizontais atuantes e aproximando-se da compactação máxima;
- Como nas Figuras 4 e 5, fica evidenciada a pressão horizontal atuante no sensor A (h=10cm), que após 30 cm de solo compactado, se observa o decréscimo das pressões atuantes.

A partir da altura de 70cm de parede executada, o molde apresentou deformações significativas de corpo rígido, indesejadas, e os resultados apresentados indicaram alívio de carga nos sensores. Tais resultados foram descartados, porém tal constatação é importante devido à similaridade de comportamento com as fôrmas comerciais, já que estas apresentam certa flexibilidade.

Na Figura 7, são apresentadas as curvas de pressão horizontal máxima atuante ao longo do molde para uma mesma camada.

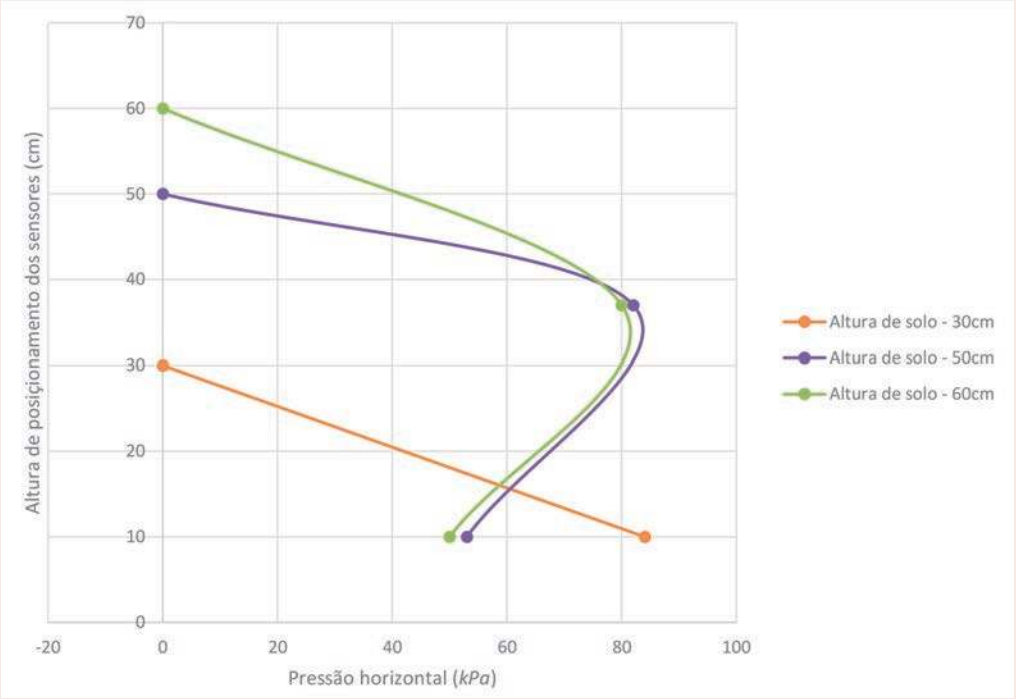


Figura 7. Curva de pressão horizontal máxima atuante no molde para camadas diferentes de compactação.

Foram apresentadas as curvas para 3 alturas de solo e foi possível constatar nas curvas das camadas superiores que as pressões horizontais para o sensor posicionado a 10cm do fundo diminuem. Para a altura de solo até 30cm, as pressões horizontais apresentam um gráfico semelhante ao proposto para a teoria de muros de arrimo, mas a partir de 50cm já apresenta comportamento de solo semelhante ao analisado por Ehrlich e Becker (2010), e a teoria analítica proposta por esses autores se mostra promissora para relacionar pressões verticais com pressões horizontais.

O estudo analítico das pressões horizontais correlacionadas aos esforços verticais (que variam de acordo como peso, frequência e tipo do equipamento de compactação) se mostram promissores para equacionamento do problema de determinação das pressões horizontais atuante nas fôrmas e consequentemente possibilitar um dimensionamento dentro dos padrões estabelecidos pelas diferentes normas.

Ao mesmo tempo, a proposição de uma equação analítica dispensaria a necessidade de replicação deste mesmo teste para os mais variados tipos de compactadores. Na falta dessa, propõe-se a utilização do valor de 84,79 kPa como o valor de

máxima pressão horizontal atuando na fôrma, ao longo das diferentes camadas de compactação para utilização de equipamentos similares.

6. CONCLUSÕES

Os achados encontrados até o momento permitem concluir que:

A pressão horizontal máxima encontrada foi de 84,79 kPa, quase 10 vezes acima do único valor encontrado na literatura específica para construção em taipa;

A pressão vertical máxima encontrada foi de 229 kPa, não tendo sido encontrado na literatura para construções em taipa, valores de referência;

A partir de aproximadamente 30cm de altura de solo compactado, as pressões horizontais começam a apresentar um decréscimo, que é significativo a partir de 50cm de altura de solo compactado, o que, de certa forma, vem ao encontro do empirismo praticado na fôrma tradicional, que possui, em média, 50cm de altura.

Os resultados apresentados apesar de animadores, demandam ser revistos e confirmados por meio de novos ensaios.

Um estudo analítico da questão pode ter sua discussão mais aprofundada tendo em vista a possibilidade do equacionamento para determinação das pressões horizontais atuantes, oriundas das mais diversas combinações de peso do compactador /solo/material das fôrmas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 6457: Amostra de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Norma Técnica, ABNT NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação. Rio de janeiro: ABNT, 2016.

Cheung, A.B. (2007) – Modelos estocásticos de pressões de produtos armazenados para estimativa da confiabilidade estrutural de silos esbeltos. Tese de doutorado (Doutorado em engenharia de estruturas). Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.

Cid, J.; Mazarrón, F. R.; Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Informes de la construcción, v.63, n.523, p. 159-169.

Downton, P. (2013). Rammed Earth. Disponível em <https://www.yourhome.gov.au/materials/rammed-earth>.

Duncan, J.M., Seed, R.B. (1986). Compaction-induced earth pressures under K0 -conditions. J. Geotech. Engineering. ASCE,112.

Easton, D. (2007). The rammed earth house – revised edition. White River Junction: Chelsea Green Publishing Company.

Easton, D., Easton, T. (2012) – Modern rammed earth construction techniques. In: Krayenhoff, M., Lindsay, R., Hall, M.R. (Editors) Modern Earth buildings, Woodhead publishing, p. 364-384.

Ehrlich, M., Mitchell, J.K., (1994). Working stress design method for reinforced soil walls. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE 120 (No. 4), p. 625 - 645.

Ehrlich, M., Becker, L. (2010) – Soil reinforcement interaction. In: Reinforced soil walls and slopes- design and construction. Oficina de textos. p.23-46.

Hall, M.R.; Lindsay, R.; Kraryenhoff, M. (2012) Modern earth buildings, Philadelphia: Woodhead Publishing limited. p. 364-384.

Iunes, I.M.C.; Milani, A. P. da S. (2019). Estudo da pressão do solo no sistema de fôrmas durante a execução de taipa de pilão. In: Euro ELECS 2019: Anais Santa Fé y Paraná. P.253-259.

Krahn, T. (2019). Essential rammed Earth construction: the complete step-by-step guide.Gabriola Island: New Society.

Lehm Ton Erde (2020). Building techniques. Disponível em: <https://www.lehmtonerde.at/en/earth/earth.php?aID=49>.

Maniatidis, V.; Walker, P. (2003) A review of rammed earth construction. Bath: Natural Building Technology Group.

New Mexico Earth Building Materials Code. NMAC 14.7.4.1: Housing and Construction. New Mexico: NMAC,2015.

New Zealand Standard. NZS 4297: Engineering design of earth buildings. New Zealand: NZS,1998.

Rammed Earth Australia (2021). Formwork. Disponível em <https://www.rammedearthaustralia.com.au/formwork.htm>.

Rammed Earth Works (2020). Rammed Earth Works. Disponível em <https://www.rammedearthworks.com/>.

Samuel, D (2018). Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue. Bauge.

Sirewall (2019). What is SireWall? Disponível em <https://sirewall.com/sirewall-system>.

TAIPAL (2019). Como funciona. Disponível em <https://www.taipal.com.br/como-funciona>.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.