

Arquitectura en Tierra:

Tecnología sostenible y reutilización patrimonial

XIV CIATTI 2017 MÉXICO
Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra,
Tradición e Innovación

Coordinadores:
José Luis Sáinz Guerra
Félix Jové
Luis Fernando Guerrero Baca

ISBN: 978-84-09-06433-5
D.L.: VA 829-2018
Impreso en España
Noviembre de 2018

Publicación online.

Para citar este artículo:

To cite this article:

SIMÃO PEIXOTO, María Virginia; CRUZ SOUZA, Luiz Antônio; PENIDO REZENDE, Marco Antônio. "Questões atuais relacionadas à execução da técnica da taipa de pilão". En: *Arquitectura en tierra. Tecnología sostenible y reutilización patrimonial*. [online]. Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid, Valladolid 2018. Pp. 219-226

URL de la publicación:

<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

QUESTÕES ATUAIS RELACIONADAS À EXECUÇÃO DA TÉCNICA DA TAIPA DE PILÃO

XIV CIATTI 2017. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación Ciudad de México

Maria Virgínia Simão Peixoto. Arquitecta e Urbanista
Luiz Antônio Cruz Souza. Engenheiro químico
Marco Antônio Penido Rezende. Arquiteto e Urbanista*

UniBH. Centro Universitário de Belo Horizonte, Brasil

PALAVRAS CHAVE: Taipa de pilão, tecnologia construtiva, protótipos

1. Introdução

O sistema construtivo de terra é reconhecido pelo seu caráter universal, tem sido empregado há mais de 5.000 mil anos, por diversas culturas existentes em todas as partes do mundo.

No Brasil, as principais técnicas construtivas utilizadas foram o adobe, o pau a pique e a taipa de pilão. Mestres, oficiais, aprendizes, pedreiros, carpinteiros, taapeiros traziam consigo ensinamentos relativos aos seus ofícios, obtidos em sua terra natal (MONUMENTA, 2005).

Como resultado do processo de colonização e da cultura arquitetônica desenvolvida durante esse período, verifica-se a existência de um rico acervo em arquitetura de terra no Brasil e em Minas Gerais, sendo que algumas dessas edificações foram erguidas a partir da utilização da técnica da taipa de pilão.

As primeiras obras realizadas, com intuito de preservação do patrimônio edificado em taipa de pilão, no estado de São Paulo, foram conduzidas dentro de uma visão modernista da arquitetura e de maneira a atender a precei-

tos da Carta de Veneza, que preconizava o uso de técnicas modernas de conservação e construção eficazes, em ocasiões em que as técnicas tradicionais se mostrassem inadequadas.

Atualmente, ocorre o aumento da consciência sobre a necessidade da preservação não apenas de nossos bens históricos e culturais, mas também de sua tecnologia construtiva. Esses tipos de edificações exigem, para sua conservação, um conhecimento específico e distinto das práticas usuais de construção de terra. (REZENDE et al, 2011).

A taipa de pilão, assim como as demais técnicas de construção com terra, voltam a ser reproduzidas em obras de salvaguarda do acervo arquitetônico, como um recurso de preservação da edificação e da própria técnica construtiva, um saber fazer de grande valor cultural.

Se a preservação desse saber fazer é importante para a preservação do patrimônio edificado em taipa de pilão, verifica-se, também, a possibilidade de emprego dessa tecnologia construtiva em obras contemporâneas. Uma tecnologia construtiva tradicional que se configura como uma técnica construtiva mais sustentável, na atualidade.

2. Antecedentes Históricos

2.1 A taipa de pilão no Brasil

A técnica construtiva em taipa de pilão foi introduzida, pelos árabes, na região do Algarve, em Portugal, e posteriormente trazida ao Brasil, pelos colonizadores, onde foi amplamente utilizada nas vilas e cidades do litoral e no estado de São Paulo.

Ao ser adaptada às condições do Planalto de Piratininga, apresentava algumas alterações em relação à arquitetura luso-árabe, tais como a eliminação de alicerces e baldrames de pedra. Em substituição a esses elementos, as fundações eram feitas em terra compactada. Essas adaptações, aplicadas ao processo construtivo da taipa de pilão, contribuíram para o aparecimento da “tipologia Bandeirista”. (LEMOS, 2008 apud MAYUMI, 2008; WEIMER, 2012).

A técnica foi amplamente utilizada nos primeiros séculos de colonização, especialmente

em regiões menos ricas em pedras. Primeiramente, foi empregada no estado de São Paulo, caracterizando a arquitetura empregada no planalto paulista, nos primeiros séculos da colonização. Foi amplamente utilizada na construção das casas rurais, conhecidas como “casas bandeiristas”, em construções religiosas e nos núcleos urbanos do planalto, incluindo a cidade de São Paulo.

De acordo com informações obtidas pelo agrônomo Carlos Borges Schimidt (1945), em conversa com antigos mestres taapeiros paulistas, os tipos de terra, comumente empregadas, eram a terra vermelha, a terra roxa e a parda, que é de boa liga (SHIMIDT, 1946 apud LEAL, 1977). É importante, também, controlar a umidade da terra, adicionando apenas água suficiente para propiciar a liga necessária ao material, para a sua compactação. O ideal é que a terra se apresente úmida e solta. Durante o processo de apiloagem, a terra não poderá receber água de chuva, pois a umidade em excesso propicia o aparecimento de trincas na parede. As paredes de taipa são vulneráveis à umidade, especialmente às águas de chuva.

Com o movimento das bandeiras, essa técnica foi levada ao interior do país, para os estados do Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Em Goiás, a técnica foi também muito aplicada; já em Minas Gerais, acabou sendo substituída por outras técnicas de construção em terra, por não se adaptar à topografia local (MELLO, 1985).

2.1 A preservação do acervo em taipa de pilão no Brasil

As construções erguidas, ao longo do tempo, passam a ser valorizadas não apenas pelas questões ligadas ao uso, à qualidade estética e a sua historicidade, mas também por sua tecnologia construtiva.

Na década de 70, dá-se início à atividade de preservação dessa herança colonial. Em São Paulo, as antigas casas bandeiristas começavam a ser restauradas, entre elas o Sítio da Ressaca. No entanto, durante os trabalhos, optaram pelo emprego de tecnologia contemporânea, mais especificamente a do concreto armado, visando a atender a premissas sugeridas pelas Cartas de Atenas e Veneza, que afirmavam a necessidade de se manter visível e identificável toda e qualquer atividade

restauradora em um monumento. (LEMOS, 2008 apud MAYUMI, 2008).

As obras realizadas buscando a salvaguarda do acervo da arquitetura bandeirista foram conduzidas de acordo com a visão modernista de arquitetura. Se, por um lado, salvou as construções da ruína completa, por outro propiciou intervenções tecnicamente equivocadas. Essas intervenções acabaram por propiciar a descaracterização da tecnologia construtiva original, preocupando-se apenas com questões de estética e historicidade e deixando de lado questões relacionadas à preservação da técnica construtiva. Percebe-se que a escolha pelo emprego de tecnologia contemporânea na restauração das casas bandeiristas refletia uma situação muito mais grave do que uma simples questão estética e metodológica de identificação de intervenções em patrimônio edificado. Colocava em evidência a perda, mesmo que involuntária, do conhecimento da execução da técnica da taipa de pilão.

2.2 Novas formas de pensar a preservação do acervo arquitetônico

A atividade restauradora passou por profundas mudanças ao longo dos anos e foi evoluindo não apenas com os acertos, mas, principalmente, com os erros.

Esse processo gerou perdas irreversíveis ao patrimônio, mas também suscitou discussões e estudos em prol do aprimoramento da tecnologia de intervenção, ressaltando a importância do resgate das técnicas tradicionais de construção, tanto para o seu emprego nessa atividade como para um conhecimento a ser registrado como cultura imaterial – “saber fazer”.

Leal (1977), em seu livro “Restauração e Conservação de Monumentos Brasileiros”, atenta para a necessidade e importância de se conhecer bem as técnicas construtivas antigas, no processo de elaboração de estratégias de conservação e na escolha dos procedimentos a serem utilizados nos trabalhos de restauro.

De acordo com a Carta sobre o patrimônio vernacular edificado (1999), essas construções devem ser reconhecidas a partir de suas dimensões estéticas (coerência de estilo, forma e aparência) e técnicas (tipologias construtivas). Sua salvaguarda deve ser

elaborada contemplando aspectos ligados ao conhecimento e emprego das técnicas tradicionais de construção e às novas demandas funcionais, sociais e ambientais.

Rezende et al (2011), a partir de estudos realizados em ruínas e monumentos históricos construídos em taipa de pilão, desenvolveram metodologia para a reconstituição das construções dessa tipologia. Discutem, também, a questão referente aos métodos de seleção de solos e buscam validar os testes de campo expeditos como testes laboratoriais.

Ao serem contemplados os aspectos estéticos, históricos, técnicos, socioeconômicos, torna-se mais eficaz qualquer ação visando à salvaguarda do patrimônio, que continuará compondo o acervo artístico e histórico responsável pela transmissão da identidade cultural e da memória local às novas gerações.

3. A construção da miniparede em taipa de pilão

3.1 Coleta e manipulação do solo

O solo coletado para a execução da miniparede em taipa de pilão foi devidamente ensacado, levado ao local da construção e guardado em local protegido de intempéries, tendo em vista a necessidade de apresentar baixo teor de umidade no momento da compactação da mesma.

3.2 Correção e caracterização do solo coletado

O solo inicialmente coletado recebeu a seguinte classificação geotécnica:

- Classificação de campo: solo predominantemente argiloso.
- Classificação laboratorial: Argila areno-siltosa de cor avermelhada.

Posteriormente, o solo precisou ser corrigido, buscando a produção de um solo considerado ideal para a execução da técnica. A partir do emprego de fórmula matemática elaborada, em função da granulometria inicial, apresentada pelo solo coletado, foi adicionada uma mistura de areia fina e areia grossa em iguais proporções, sendo estipulado que, para cada 100 kg de solo coletado, deveria ser acrescentado cerca de 91 kg de areia.

Resumo da caracterização granulométrica do solo coletado	
Granulometria (ABNT)	(%)
Argila (d < 0,002 mm)	39,7
Silte (0,002 < d < 0,06 mm)	17,5
Areia (0,06 < d < 2,0 mm)	39,7
Pedregulho (d > 2,0 mm)	3,1

Tabela 1. Resumo da caracterização granulométrica do solo coletado. Fonte: ENGESOLO – Engenharia Ltda. Ensaios laboratoriais.

Resumo da caracterização granulométrica do solo corrigido	
Granulometria (ABNT)	(%)
Argila (d < 0,002 mm)	20,2
Silte (0,002 < d < 0,06 mm)	9,2
Areia (0,06 < d < 2,0 mm)	63,4
Pedregulho (d > 2,0 mm)	7,2

Tabela 2. Resumo da caracterização granulométrica do solo corrigido. Fonte: ENGESOLO – Engenharia Ltda. Ensaios laboratoriais.

Índices físicos do solo corrigido	
Índices físicos	
Teor de umidade ótimo (%)	14
Densidade seca (g/cm ³)	1,865
Peso específico dos sólidos – γ_s (g/cm ³)	2,659

Tabela 3. Índices físicos do solo corrigido. Fonte: ENGESOLO – Engenharia Ltda. Ensaios laboratoriais.

Equação empregada:

$$A = \frac{42,8 + x}{100 + x} = 70\% \Rightarrow \frac{42,8 + x}{100 + x} = 0,7 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 42,8 + x = 0,7(100 + x) \Rightarrow 42,8 + x$$

$$= 70 + 0,7x \Rightarrow x - 0,7x = 70 - 42,8 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,3x = 27,2 \Rightarrow \frac{27,2}{0,3} \Rightarrow x \approx 91^1$$

Novos ensaios de caracterização foram realizados e o solo recebeu a seguinte classificação geotécnica:

Classificação de campo: mistura de areia com solo argiloso.

Classificação laboratorial: areia argilo-siltosa de cor amarelada com pedregulho.

As características geotécnicas da amostra estão descritas nas Tabelas 2, 3 e 4.

O ensaio de compactação do solo gerou uma curva, apresentada no gráfico da Figura 2.

Essa curva determina a relação entre o teor de umidade e a densidade seca do solo, quando compactado, obedecendo às prescrições da NBR 7182/1986 – Solo – Ensaio de Compactação. O solo foi compactado a partir da aplicação de energia de compactação normal, e o cilindro utilizado foi o de Proctor Normal.

3.3 Execução da forma e do pilão

Utilizou-se o taipal clássico, construído em madeira, com capacidade de suportar a pressão sofrida durante a compactação. Internamente apresenta as seguintes dimensões: 1,50 m de comprimento, altura de 0,90 m e 1,00 m de espessura. O instrumento de compactação foi um pilão de base cônica, com diâmetro de 9,0 cm, em madeira, pesando 4 kg. Ambos instrumentos foram confeccionados por carpinteiro.

3.5 Execução da parede

As camadas de solo foram compactadas apresentando altura inicial de 15 cm e, após a compactação, passaram a ter, aproximadamente, 10 cm de altura. O protótipo foi compactado apenas por uma pessoa que, durante a execução, levantava o pilão a 40 cm de altura e o deixava cair em queda livre, buscando, assim, garantir homogeneidade de compactação em toda a miniparede.

Ao longo da compactação, foi realizado o controle de umidade do solo a ser utilizado em cada camada de compactação, sendo as mesmas executadas no teor de umidade ótimo de 14 %, obtido no ensaio de compactação de laboratório.

A cada camada compactada, foi verificado, inicialmente, o teor de umidade apresentado pelo solo, a partir do método expedito da frigideira, executado da seguinte forma:

1. Foram pesadas três cápsulas metálicas e os pesos devidamente anotados, com uso de balança de precisão de 0,001 g.
2. Foram colocadas, nas cápsulas metálicas, amostras do solo a ser compactado.

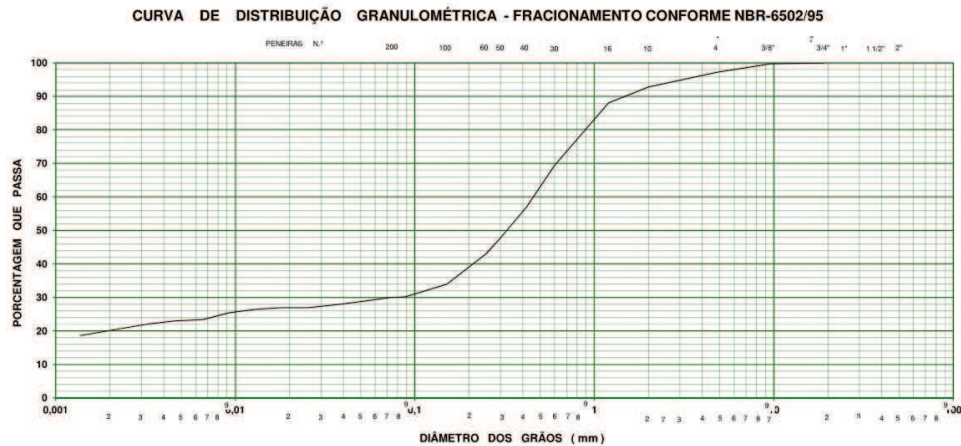


Figura 1: Curva de distribuição granulométrica – solo corrigido. Fonte: ENGESOLO, 2016.

3. As cápsulas, com as amostras, foram novamente pesadas e os pesos respectivos anotados – peso mínimo de solo estipulado em 80 g.

4. As cápsulas foram colocadas em uma bandeja com areia aquecida, apoiada sobre fogareiro.

5. O solo dentro das cápsulas era seco pelo calor. O procedimento de secagem durava em torno de 30 a 40 minutos e o mesmo só era retirado quando estivesse completamente seco.

6. A cápsula aquecida era tampada e, ao atingir a temperatura ambiente, era destampada e pesada novamente.

7. Com os pesos anotados, era calculado o teor de umidade do solo.

A partir do teor de umidade ótimo e do teor de umidade, apresentados pelo solo de cada camada, a correção era realizada a partir da adição de água à mistura. Essa adição foi calculada a partir de fórmula matemática elaborada em função do teor de umidade ótimo e a umidade inicial apresentada pelo solo a ser empregado em cada camada.

A equação empregada: ³

$$A = \frac{Mh * (hót - X + P)}{(100 + X)}$$

3.6 A retirada da forma

Após a compactação, a miniparede ainda ficou protegida pela forma por aproximadamente três semanas. Embora a técnica permita a retirada imediata da forma, após a compactação, isso não ocorreu devido à opção por manter o protótipo protegido de intempéries.

3.7 A parede de taipa de pilão

Foi construída uma parede com as seguintes dimensões: Comprimento: 1,5 m; largura: 1,0 m; altura: 0,55 m. Essa parede foi construída para ser utilizada em pesquisa de verificação de patologias estruturais – trincas a partir do emprego da tecnologia do ultrassom (Figura 4).

A miniparede em taipa de pilão, embora tenha sido objeto de compactação controlada (teor de umidade do solo, altura de queda do pilão e número de golpes definidos) foi apiloada manualmente e em campo. Sendo assim, ao serem realizados ensaios de resistência à compressão simples, em amostras retiradas da mesma, verificou-se uma variação ocorrida nas tensões de ruptura registradas nesses ensaios.

Algumas questões envolvendo a compactação da parede provavelmente contribuíram para a ocorrência dessa variação, entre elas:

- Compactação manual – apiloamento – variação na energia de compactação.

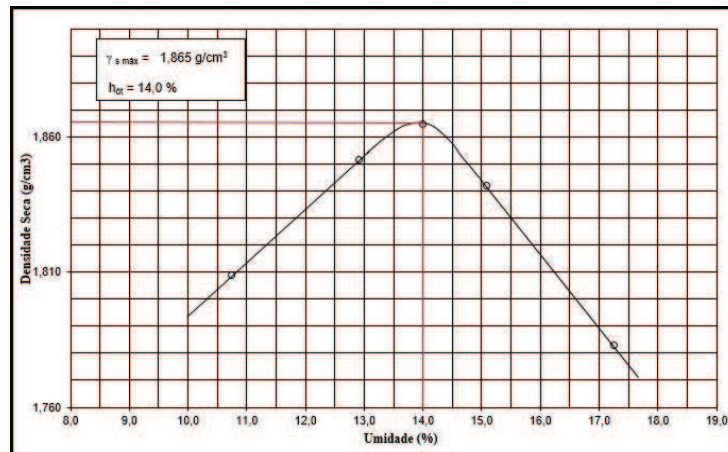


Figura 2. Gráfico – Curva de compactação do solo.² Fonte: ENGESOLO, 2016.

- Presença de peças de travamento que atravessam a forma, podendo criar dificuldade na compactação em determinadas áreas da miniparede.
- Os cantos podem apresentar condições de resistência diferentes em relação às demais regiões da miniparede, em função da dificuldade de compactação.
- Áreas de interface entre as camadas de compactação apresentam densidade diferente em relação à região interna da camada.
- Teor de umidade diferenciado nas amostras retiradas da miniparede.

3.8 A preservação da técnica da taipa de pilão para a restauração

Em Minas Gerais, a taipa de pilão foi utilizada nas primeiras construções (devido à tradição seiscentista e provavelmente empregada pelos desbravadores bandeirantes), sendo empregada especialmente na construção de igrejas e na arquitetura oficial, como a construção de casas de câmara e cadeia. No entanto, logo foi substituída por outras tecnologias construtivas, mais adequadas às características do relevo – acidentado – apresentado pelo estado de Minas Gerais.

Verifica-se, também, que as edificações erguidas em taipa de pilão apresentam considerável vulnerabilidade à umidade, especialmente a águas de chuva. Algumas importantes cons-

truções erguidas em Minas Gerais acabaram por sucumbir ao tempo e às condições naturais de relevo e climáticas apresentadas pela região. Com isso, hoje configura-se como paredes de rara ocorrência nessa região.

A importância de preservação da técnica está ligada não apenas à atividade restauradora, mas também configura-se como uma maneira de resguardar um saber fazer tradicional.

3.9 O possível emprego na arquitetura contemporânea

Atualmente existe uma tendência de retorno ao emprego de tecnologia construtiva em terra, uma vez que a maioria dos edifícios construídos são fruto de uma arquitetura inadequada às nossas condições climáticas, configuram-se como grandes consumidores de energia (por exemplo: uso excessivo de ar condicionado) e, com isso, tornam-se edifícios ineficientes.

Um retorno a antigas técnicas construtivas, especialmente no caso de edificações de pequeno e médio porte, pode ser uma boa opção de se fazer uma arquitetura de qualidade e sustentável.

As construções feitas em técnicas construtivas vernaculares usam, em sua execução, a terra como matéria prima, material que contribui para a construção de espaços que apresentam um desempenho térmico satisfatório (RIVERO, 2004; SANTIAGO, 2001).



Figura 3. Compactação da miniparede. Fonte: Acervo da autora, 2016.



Figura 4. Miniparede em taipa de pilão. Fonte: Acervo da autora, 2016.

Construídas em locais adequados, que apresentem clima propício à construção de edificações com uso deste material e, próximos ao local de sua extração, o emprego dessa tecnologia construtiva resultaria em ganhos energéticos e econômicos.

4. Conclusão

O estado de Minas Gerais apresenta um belo e raro acervo de construções erguidas a partir do emprego da tecnologia construtiva da taipa de pilão. Uma técnica tradicional e empregada no período da colonização do Brasil, especialmente no estado de São Paulo. Trata-se de um acervo histórico que apresenta grande beleza estética e conhecimento técnico. Embora demonstre significativa durabilidade, é passível de sofrer com o processo de degradação.

Se nos primórdios da preservação do acervo arquitetônico brasileiro, essas construções sofreram com intervenções equivocadas, ao longo do tempo e a partir dos resultados obtidos, verificou-se a necessidade de repensar novas formas de conduzir a restauração desse acervo para a sua salvaguarda.

Essa mudança de conduta se baseia não apenas na questão da preservação da materialidade do patrimônio, mas também aborda a sua dimensão imaterial. O conhecimento e preservação da técnica construtiva, garante ganhos qualitativos à atividade restauradora e permite a salvaguarda e transmissão de um

saber fazer tradicional que deve ser empregado na restauração de edificações erguidas com o emprego da tecnologia construtiva da taipa de pilão.

Durante a execução da parede em taipa de pilão, ficou evidenciado problemas práticos, que geralmente podem ocorrer em canteiros de obras, e que precisam ser gerenciados durante a atividade, de forma a garantir a execução de paredes que apresentem eficiência estrutural. Fatores como o solo empregado, o teor de umidade dessa matéria prima no momento da compactação, a energia de compactação e instrumentação (forma e pilão) adequada são essenciais para a execução dessas paredes.

A partir do resgate dessa técnica, somando-se a necessidade de se produzir um ambiente mais sustentável, verifica-se, também, a possibilidade do seu emprego em construções atuais. A arquitetura contemporânea exhibe uma tendência ao resgate do saber fazer tradicional, vernacular, buscando a produção de um ambiente construído que apresente qualidade estética, bom desempenho ambiental e identidade cultural.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, o financiamento do projeto de pesquisa, no qual esse trabalho se insere.

Referências

- EDWARDS, Brian. *Guía Básica de la Sostenibilidad*. Ed. Editorial Gustavo Gili, S.A., 2004. Barcelona
- LEAL, Fernando Machado. *Restauração e conservação de monumentos brasileiros*. Ed. Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, 1977. Recife, Brasil
- MAYUMI, Lia. *Taipa, Canela Preta e Concreto – Estudo sobre o restauro de casas bandeiristas*. Ed. Romano Guerra Editora, 2008. São Paulo, Brasil.
- MELLO, Suzy. *Barroco Mineiro*. Ed. Brasiliense, 1985. São Paulo, Brasil.
- MONUMENTA. *Projeto Mestres Artífices*. 2005. Brasil. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br>> Acesso em: 16 maio 2013.
- PEIXOTO, M. V. S. *Avaliação da integridade mecânica em paredes de taipa de pilão utilizando a técnica do ultrassom*. 2017. Tese de doutorado. Escola de Belas Artes, Universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, M.G.
- REZENDE et al. *Avaliações conjuntas não destrutivas de construções históricas*. 2011. Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, M.G.
- SANTIAGO, Cybele Celestino. *O solo como material de construção*. Ed. EDUFBA, 2001. Salvador, Brasil.

Citas y notas

* **Maria Virgínia Simão Peixoto**. *Arquiteta e Urbanista. Professora assistente. Curso de Arquitetura / Unibh. Belo Horizonte. Brasil*

Luiz Antônio Cruz Souza. *Engenheiro químico. Professor associado. Escola de Belas Artes / UFMG. Belo Horizonte. Brasil*

Marco Antônio Penido Rezende. *Arquiteto e Urbanista. Professor associado. Escola de Arquitetura / UFMG. Belo Horizonte. Brasil*

1. Equação elaborada pelo Professor Alexandre Costa Washington, Mestre em Matemática.

2. Gráfico elaborado a partir dos resultados apresentados pelo laudo de ensaio de compactação do solo realizado pela Engesolo – Engenharia Ltda.

3. Equação elaborada pelo Engenheiro Benjamim José da Silva, responsável pelo laboratório de Geotecnia - Engesolo.