

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2



Atena
Editora
Ano 2022

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2



Atena
Editora

Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2 / Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0384-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.845221108>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias (Organizador). II. Título.

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “*Engenharia civil: Demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2*” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados em instituições de ensino, pesquisa e extensão localizadas no Brasil. Nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia nas áreas de: materiais da construção civil, análise de estruturas por meio de métodos numéricos, recursos hídricos e gestão. A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos (as), mestres (as) e todos (as) aqueles (as) que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os (as) novos (as) pesquisadores (as) e os (as) que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulguem seus resultados obtidos.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA EM BAIRRO DE ELEVADO FLUXO DE VEÍCULOS – ESTUDO DE CASO

Eduardo Antonio Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Fabio Machado Cavalcanti
Maria Clara Pestana Calsa
Fernando Arthur Nogueira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211081>

CAPÍTULO 2..... 10

ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA RODOVIA PERNAMBUCANA

Eduardo Antonio Maia Lins
Adriana da Silva Baltar Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Fabio Machado Cavalcanti
Maria Clara Pestana Calsa
Fernando Arthur Nogueira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211082>

CAPÍTULO 3..... 24

ANÁLISE AMBIENTAL DOS IMPACTOS NEGATIVOS GERADOS POR CEMITÉRIO – ESTUDO DE CASO

Eduardo Antonio Maia Lins
Adriana da Silva Baltar Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota

Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Andréa Cristina Baltar Barros
Fabio Machado Cavalcanti
Fernando Artur Nogueira Silva
Maria Clara Pestana Calsa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211083>

CAPÍTULO 4..... 36

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO DO CONCRETO LEVE COM ARGILA EXPANDIDA E
ADIÇÃO DA CINZA DO COCO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO**

João Paulo Monteiro Carvalho
Simone de França Cardoso
Wilson Linhares dos Santos
Mércia Maria Pinheiro Gambarra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211084>

CAPÍTULO 5..... 49

**EFFECT OF BASALT POWDER AND METAKAOLIN FILLERS ON ASPHALT MASTIC
BEHAVIOR**

Ana Luiza Rezende Rodrigues
Rodrigo Pires Leandro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211085>

CAPÍTULO 6..... 63

**MASSA CERÂMICA À BASE DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA IMPRESSÃO
3D POR EXTRUSÃO**

Márcia Silva de Araújo
Gabriel Elias Toledo Ferreira
José Alberto Cerri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211086>

CAPÍTULO 7..... 77

**VALORIZATION OF SLATE WASTE TO PRODUCE MATERIALS CERAMICS AND
COMPOSITES**

Luciana Boaventura Palhares
Douglas Filipe Galvão
Tayna E. B. Lucena
Sthefany B. P. da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211087>

CAPÍTULO 8..... 90

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE PAVERS

PRODUZIDOS COM O USO DE SÍLICA ATIVA

Martônio José Marques Francelino

Fred Rodrigues Barbosa

João Manoel de F. Mota

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211088>

CAPÍTULO 9..... 103

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE ARGAMASSA PRODUZIDO COM AGLOMERANTE ÁLCALI-ATIVADO À BASE DE RCV E CINZAS

Otacisio Gomes Teixeira

Mateus Ribeiro Caetano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211089>

CAPÍTULO 10..... 113

ASPECTO HISTÓRICO DO PROJETO DO RESERVATÓRIO DO RIO ARICANDUVA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO SOB O ASPECTO HIDROLÓGICO

Ariston da Silva Melo Júnior

Claudia de Oliveira Lozada

João Jorge Pereira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110810>

CAPÍTULO 11..... 125

ANÁLISE ESTRUTURAL DE EDIFICAÇÕES DAS ÁREAS RIBEIRINHAS PÓS DESASTRE: UM OLHAR PARA O BANCO DA VITÓRIA, ILHÉUS-BA

Igor Ângelo Lobão de Souza

Joandre Neres de Jesus

Vanessa Neri de Souza

Kaique Ourives Silva

Ozana Almeida Lessa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110811>

CAPÍTULO 12..... 138

ESTUDO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DA PRAIA DO BAIRRO NOVO, OLINDA, PERNAMBUCO

Eduardo Antonio Maia Lins

Daniele de Castro Pessoa de Melo

Diogo Henrique Fernandes da Paz

Sérgio Carvalho de Paiva

Adriane Mendes Vieira Mota

Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha

Luiz Oliveira da Costa Filho

Fábio José de Araújo Pedrosa

Fábio Correia de Oliveira

Rosana Gondim de Oliveira

Fabio Machado Cavalcanti

Maria Clara Pestana Calsa

Fernando Arthur Nogueira Silva

Hugo Vinicius Arruda de Sales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110812>

CAPÍTULO 13..... 155

TAIPA DE PILÃO: UMA TÉCNICA CONSTRUTIVA COM TERRA

Kauan de Jesus Oliveira

Júlio Coura Diniz

Erick Roberto Campos

Sayonara Espinoza Silva

Samuel Velasques Fernandes de Noronha

João Victor Rech Ruiz da Silva

Muriellen Cristina Cavalheiro da Frota Monteiro

Rafael Luis da Silva

Alex Gomes Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110813>

CAPÍTULO 14..... 165

ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS DE VIGAS EM CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DO SOFTWARE ANSYS

Henrique Cardoso Koch

Bruna Manica Lazzari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110814>

CAPÍTULO 15..... 214

ANÁLISE NUMÉRICA DE ATERRO TESTE SOBRE SOLO ARGILOSO MUITO MOLE REFORÇADO COM COLUNAS DE BRITA

Pedro Gomes dos Santos Pereira

Bruno Teixeira Lima

Marcus Peigas Pacheco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110815>

CAPÍTULO 16..... 225

ANÁLISE ESTRUTURAL ELÁSTICA LINEAR DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO POR DIFERENTES MODELOS DE CÁLCULO: UM ESTUDO DE CASO

Ray Calazans dos Santos Silva

Luan Reginato

José Anchieta Damasceno Fernandes Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110816>

CAPÍTULO 17..... 241

GERENCIAMENTO, CONTROLE E APLICAÇÃO DO MÉTODO - *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diego Ramos de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110817>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 255

ÍNDICE REMISSIVO..... 256

TAIPA DE PILÃO: UMA TÉCNICA CONSTRUTIVA COM TERRA

Data de aceite: 01/08/2022

Kauan de Jesus Oliveira

Centro Universitário São Lucas, Brasil

Júlio Coura Diniz

Centro Universitário São Lucas, Brasil

Erick Roberto Campos

Centro Universitário São Lucas, Brasil

Sayonara Espinoza Silva

Centro Universitário São Lucas, Brasil

Samuel Velasques Fernandes de Noronha

Centro Universitário São Lucas, Brasil

João Victor Rech Ruiz da Silva

Centro Universitário São Lucas, Brasil

Muriellen Cristina Cavalheiro da Frota Monteiro

Centro Universitário São Lucas, Brasil

Rafael Luis da Silva

Centro Universitário São Lucas, Brasil

Alex Gomes Pereira

Centro Universitário São Lucas, Brasil

RESUMO: Nas últimas décadas, a humanidade tem vivido um momento de grandes avanços tecnológicos e desenvolvimento industrial, em função, principalmente, da implementação de novas ideias e de práticas de desenvolvimento sustentável. No setor da construção civil, a combinação de soluções construtivas tem-se apresentado como uma maneira de atenuar o

impacto gerado pelo aproveitamento abusivo de novas jazidas e de áreas naturais ainda intactas e, conseqüentemente, ajudar na redução do esforço físico dos trabalhadores. Nesta temática, observa-se, atualmente, uma atenção crescente no uso de técnicas construtivas fundadas em terra no território brasileiro, especialmente a técnica taipa de pilão no Brasil. Tendo em mente a importância histórica da utilização da taipa de pilão no Brasil, e o crescente interesse observado nos últimos anos pela metodologia, este trabalho tem como objetivo geral apresentar as características e os efeitos positivos do uso de método construtivo taipa de pilão no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Taipa de pilão, construção civil, soluções construtivas.

ABSTRACT: In the last decades, humanity has lived a moment of great technological advances and industrial development, mainly due to the implementation of new ideas and sustainable development practices. In the civil construction sector, the combination of constructive solutions has been presented as a way of mitigating the impact generated by the abusive use of new deposits and still intact natural areas and, consequently, helping to reduce the physical effort of workers. In this theme, there is currently a growing attention to the use of construction techniques based on land in Brazilian territory, especially the rammed earth technique in Brazil. Bearing in mind the historical importance of the use of rammed earth in Brazil, and the growing interest observed in the methodology in recent years, this work aims to present the characteristics and positive effects of the use of rammed earth

construction method in Brazil.

KEYWORDS: Pestle rammed earth, civil construction, constructive solutions.

1 | A TECNOLOGIA CONSTRUTIVA DA TAIPA DE PILÃO

A técnica taipa de pilão (solo estabilizado compactado) (Figura 1), também conhecida como taipa no Brasil e Portugal, tapial ou apisonado em outros países ibero-americanos, refere-se ao procedimento de construção de paredes no próprio local.



Figura 1: a) Parede de taipa de pilão com compactação pneumática; e b) protótipo de taipa de pilão executado no congresso Terra Brasil (2018)

Fonte: Heise, Minto & Hoffmann (2012); Caldas, Martins & Toledo Filho (2021).

Para Feiber (2012) a taipa de pilão é um sistema construtivo presente em diferentes culturas, que consiste em socar com o auxílio de um pilão a terra, ligeiramente umedecidas, dentro de uma fôrma de madeira (taipal ou tapial) (Figura 2), que vão acompanhando o avanço da construção da alvenaria, garantindo o prumo e a espessura da parede (NEVES & FARIA, 2011; PEIXOTO, 2017). Possuindo paredes de grande espessura, sendo calculado em função da sua altura ($e = 0,10H$) (GIRALDELLI et al., 2020).

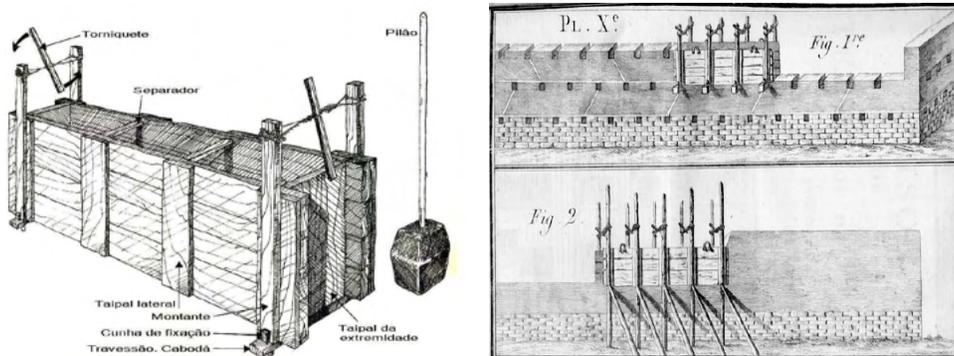


Figura 2: Sistemas de fôrmas de madeira

Fonte: Bardou & Arzoumanian (1986); Jaquin (2008).

1.1 História das construções em taipa de pilão

A técnica construtiva em taipa de pilão pode ser encontrada em todos os continentes do mundo, sendo usada em diferentes tipos de culturas, sendo introduzida pelos árabes, na região do Algarve, região no extremo sul de Portugal (PEIXOTO, 2017).

Silva (2015) relata que indícios da utilização da taipa foram encontrados em sítios arqueológicos nas culturas Yangshao e Longshan. Na China, também foram descobertas evidências do uso de taipa de pilão que datam cerca de 5000 a.C. Os historiadores estimam que cerca do ano 2000 a.C., as técnicas de taipa de pilão eram largamente usadas na China para construir muros e estabilizar as fundações das edificações (XINIAN et al., 2020). Exemplos de estruturas construídas com taipa na China, destaca-se parte da Grande Muralha da China em Jiayuguan (Figura 3) e uma torre de vigia em Dunhuang, ambas localizadas na província de Gansu, e datam cerca do século II a.C.



Figura 3: Parte da Muralha da China construída em taipa, China, século II a.C.

Fonte: ARCA Terra (2012)¹.

¹ Disponível em: <<https://arcatterrablog.wordpress.com/arquitetura-de-terra/25-taipa-muralha-da-china/>> Acesso em:

Os primeiros registros do uso da taipa em Portugal datam do século X, durante o domínio Muçulmano. Entretanto, teria sido somente durante o período dos Califados Almorávida e Almóada (que dominaram o Sul do país no período compreendido entre 1086 e 1250) que este sistema construtivo foi difundido e largamente empregado na construção de castelos e torres de vigia em Portugal (BRUNO, 2005).

A tecnologia construtiva da taipa de pilão foi introduzida no Brasil, pelos bandeirantes, portugueses e paulistas, que partiam de São Paulo e São Vicente em direção ao interior do Brasil em busca de riquezas minerais como ouro, prata e diamante, metais preciosos (PEIXOTO, SOUZA & REZENDE, 2017).

Os primeiros registros históricos da utilização da taipa de pilão no Brasil datam do período colonial brasileiro (período que compreende os anos de 1530 a 1822) na região de São Paulo (Figura 4).



Figura 4: A casa do Butantã, na cidade de São Paulo

Fonte: KON (2008) citado em Peixoto (2017).

Em 25 de janeiro de 1554, por ordem do padre Manuel da Nóbrega (superior da Companhia de Jesus no Brasil) foi construído o Colégio de Piratininga de São Paulo (atual cidade de São Paulo), localizado no alto de uma colina entre os rios Anhangabaú e Tamandateí. Aos poucos, ao redor do colégio, foram sendo construídos anexos e assim foi se formando um conjunto único de feições coloniais construídas com taipa e pilão e,

consequentemente, o surgimento de um povoado de índios cristianizados, sendo elevado à categoria de vila em 1557.

O uso da técnica de taipa de pilão pelo povoado de São Paulo de Piratininga se deu em função de que construir na época era procedimento difícil e demorado, além de não existirem materiais convencionais para construção (tijolos, concreto e rochas), em contrapartida, possuía barro em abundância, sendo empregado pelos primeiros habitantes da Vila de São Paulo de Piratininga para edificar as primeiras construções. Leal (1977), expõe outros fatores para o emprego em larga escala, seriam o baixo custo e a facilidade de execução desse sistema construtivo.

O uso dos métodos de taipa de pilão no Planalto de Piratininga continha algumas alterações no que se refere à arquitetura luso-árabe, por exemplo, a eliminação de alicerces e baldrame de pedra. Em substituição a esses elementos construtivos, as fundações eram feitas em terra compactadas. Essas adequações, aplicadas ao sistema construtivo da taipa de pilão, colaboraram para o surgimento da “tipologia Bandeirista” (MAYUMI, 2008; WEIMER, 2012).

Posteriormente, levada para os outros estados do país, como Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. (Figura 5) (PEIXOTO, SOUZA & REZENDE, 2017). Em Goiás, a técnica foi amplamente utilizada; já em Minas Gerais, acabou sendo substituída por outras metodologias de construção em terra, por não se ajustar às características topográficas locais (MELLO, 1985).



Figura 5: a) Igreja Matriz de Nossa Senhora do Rosário; b) Paredes de taipa de pilão; e c) Cidade de Pirenópolis/Goiás

Fonte: Caldas, Martins & Toledo Filho (2021).

No presente, são observados poucos exemplares, dado que poucas edificações, erguidas pela taipa de pilão, resistiram ao tempo, sendo o Mosteiro da Luz (Figura 6) e as 29 construções no Estado de Minas Gerais (Figura 7), um dos poucos acervos construídos pelo método, a sobreviverem como um todo, no Brasil, tornando-se importantes referências da técnica de pilão no país.



Figura 6: Mosteiro da Luz, localizado em São Paulo

Fonte: Peixoto (2017).



Figura 7: 29 construções catalogadas no Estado de Minas Gerais

Fonte: Peixoto, Souza & Rezende (2017).

1.2 Característica da taipa de pilão

A taipa de pilão é um sistema construtivo moldado *in loco* com elevada resistência à compressão e baixa resistência à tração. O sistema possui vários produtos em sua composição, destacando o solo, como matéria-prima principal, e outros materiais tais como areia (caso exista alguma necessidade de correção), água, aditivo químico, sendo o cimento Portland e a cal hidratada os mais tradicionais (NEVES & FARIA, 2011).

1.2.1 O processo executivo da taipa de pilão

No processo de execução da técnica da taipa de pilão, primeiramente são construídas as fundações, logo depois a execução da fundação, as paredes começam a ser erguidas. Para iniciar a construção, a fôrma de madeira compensada é travada nas duas extremidades por peças móveis denominadas frontais. A terra umedecida deve ser colocada aos poucos, em camadas de aproximadamente 10cm de altura, e compactada de forma uniforme (MELLO, 1985; LEAL, 1977; VASCONCELOS, 1979; WEIMER, 2012). Referente ao processo de compactação, pode-se ser realizado de duas formas (CALDAS, MARTINS & TOLEDO FILHO, 2021):

- a) Manual com a utilização de um pilão (Figura 8), compacta camada de 10 a 15cm de altura (SATO, 2011); e

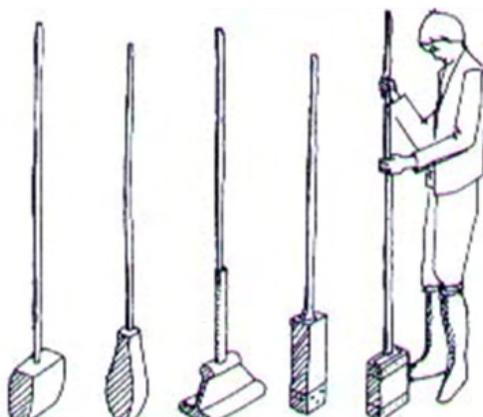


Figura 8: Taipa manual

Fonte: Montoro (1994).

- b) Mecanizada com o emprego do pilão pneumático (Figura 9) que compacta camada de 20 a 30cm (SATO, 2011).



Figura 9: Taipa mecanizada

Fonte: Montoro (1994).

Na atualidade, a técnica da taipa de pilão mecanizada vem sendo amplamente utilizada no mercado internacional, principalmente nos Estados Unidos e Austrália. De acordo com Lopes et al. (2016) salienta que o uso dos métodos mecanizados estão cada vez mais comuns, já que além de aprimorar o procedimento executivo, também possibilita uma melhor qualidade visual, acabamento e uniformidade dos materiais (NEVES, FARIA, 2011). Para Sato (2011) a execução da taipa por meio da tecnologia mecanizada, produz paredes com rigidez comparadas às alvenarias de concreto, visto que o processo mecanizado resulta em paredes mais compactadas, sólidas e menos permeáveis, além de proporcionar baixa retração e o não surgimento de manifestações patológicas, como trincas e rachaduras.

Ainda segundo Sato (2011) a tecnologia mecanizada para execução paredes de taipa de pilão, apresenta uma alternativa viável e econômica em relação à construção tradicional de paredes de tijolos. Todavia, o emprego da tecnologia mecanizada no Brasil ainda é um desafio, uma vez que existem poucas empresas do ramo de construção que construam com a técnica mecanizada. Entre os fatores, estão o pequeno e fragilizado mercado, devido à falta de mão-de-obra e profissionais qualificados, bem como a falta de especificações e normas técnicas para construção com terra.

2 | CONCLUSÃO

A otimização dos sistemas e processos construtivos que utilizam a terra como

matéria-prima é importante para contribuir na busca de soluções para diminuir o consumo de energia, a produção de resíduos e a ocorrência de desperdícios na indústria da construção civil. Nesta temática, arquitetura de terra tem chamado a atenção, nos últimos anos, dos estudiosos sobre o assunto, em virtude do solo ser um material natural, ou seja, seu tratamento inclina a ser menos poluente, além de consumir menos energia quando comparado com os materiais tradicionais da construção, cimento, a cerâmica e o aço.

Nesta perspectiva, o presente trabalho cumpriu com o objetivo apresentado de mostrar a técnica construtiva taipa de pilão, partindo de seu histórico, processo executivo e sua importância, o qual possui diferentes benefícios tanto para a construção de ambientes quanto para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BARDOU, P.; ARZOUMANIAN, V. **Arquitecturas de adobe**. 3ª ed. México: Gustavo Gili, 1986.

BRUNO, P. **Taipa Militar - Fortificações do período de domínio muçulmano**. Arquitectura de Terra em Portugal, Lisboa: Argumentum, p. 39-44, 2005.

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

FEIBER, S. D. Técnicas construtivas tradicionais: Os primórdios da sustentabilidade. **Revista Thêma et Scientia**, v.2, p. 32-38, 2012.

GIRALDELLI, M. A.; MELO, F. C. L.; PEREIRA, O. A.; DOMINGUES, M. A.; PINHEIRO, S. K. T.; BRASIL, M. A. Construção com Terra: Breve Histórico e Técnicas. **Ensaio**, v. 24, n. 4, p. 357-364, 2020.

HEISE A.F.; MINTO F.C.; HOFFMANN M. V. **Proposta de contribuição para análise do desempenho técnico construtivo das paredes de taipa de pilão**. In: CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL. 4. Anais... Fortaleza-CE, 2012.

JQUIN, P. **Analysis of historic rammed earth construction**. Tese (Doctor of philosophy) – School of Engineering, Durham University, Durham, 2008.

LEAL, F M. **Restauração e conservação de monumentos brasileiros**. Recife, PE: Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, 1977.

LOPES, C.; BARRETO, M.; YUBA, A. N.; LATOSINSKI, K. T. Medição de manifestações patológicas em paredes de taipa e levantamento dos desperdícios decorrentes. In: **Terra Brasil 2016, Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil**. Bauru: UNESP, 2016.

MAYUMI, L. **Taipa, Canela Preta e Concreto – Estudo sobre o restauro de casas bandeiristas**. São Paulo, SP: Romano Guerra Editora, 2008.

MELLO, Suzy. **Barroco Mineiro**. São Paulo: Brasiliense, 1985. 288p.:Il.

MONTORO, P. **Como Construir Paredes de Taipa**. Folheto desenvolvido à partir do workshop sobre paredes de taipa, ministrado pelo arquiteto Davi Easton e equipe para protótipo habitacional em Pindamonhangaba – SP. Produzido pelo ILAM – Instituto Latino Americano, e escritório Arquiteto Paulo Montoro e Associados. São Paulo. 1994.

NEVES, C.; FARIA, O. B. (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru, São Paulo: FEBUNESP/ PROTERRA, 2011.

PEIXOTO, M. V. S. Avaliação da integridade mecânica em paredes de taipa de pilão utilizando a técnica do ultrassom. Tese (Doutorado) - Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

PEIXOTO, M. V, S.; SOUZA, L. A. C.; REZENDE, M. A. P. O acervo em taipa de pilão em Minas Gerais. 1º Simpósio Científico ICOMOS Brasil, 2017.

SATO, M. H. Y. **Análise de estruturas em taipa de pilão**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SILVA, M. B. G. O **Ecoturismo como propulsor da Bioconstrução no PNSACV**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

VASCONCELOS, S. **Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos**. 5. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1979.

WEIMER, G. **Arquitetura popular brasileira**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.

XINIAN, F.; DAIHENG, G.; XUJIE, L.; GUXI, P.; YUN, Q.; DAZHANG, S.; STEINHARDT, N. S. **Chinese Architecture**, New Haven, Yale University Press, pp. 12-22, 2002.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidez 1, 2, 5, 6, 7, 8, 33

Agregado miúdo 36, 45, 46, 47, 97, 105, 107, 112

Álcali-ativado 103, 109, 110, 111

Análise por elementos finitos 165, 186

ANSYS 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 180, 184, 185, 186

Argamassa 65, 88, 94, 97, 102, 103, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Asphalt mastic 49, 50, 51, 55, 61, 62

Asphalt mixture 49, 50, 51, 52, 53, 60

B

Benefícios 10, 11, 37, 93, 94, 163, 248

Binder 49, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 76, 103, 104, 112

C

Cerâmica vermelha 65, 75, 103, 104, 105, 111, 112

Characterization 53, 54, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 89

Civil construction 2, 77, 79, 80, 86, 87, 103, 104, 155, 156, 241

Coco 36, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48

Concreto 28, 36, 38, 39, 45, 46, 47, 65, 76, 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 113, 121, 126, 131, 137, 159, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 195, 207, 208, 210, 211, 213, 216, 218, 220, 221, 223, 225, 232, 233, 234, 239, 240

Construção civil 1, 7, 8, 37, 47, 63, 65, 75, 89, 103, 104, 105, 111, 137, 155, 163, 165, 241, 242, 243, 245, 249, 251, 252, 253, 254

Contaminação 2, 6, 10, 24, 25, 26, 32, 34, 152

D

Danos 10, 13, 15, 18, 24, 125, 130, 134, 136, 137

Densidade 17, 115, 117, 121, 128, 138, 139, 140, 152

E

Enchente 125, 127, 128, 129, 131, 133, 134, 135

Estrada 10, 21, 135

F

Filler 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 84, 93, 95

G

Gerenciamento de riscos 125

H

Hidráulica 113, 124

Hidrologia 23, 113

I

Impactos 1, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 104, 125, 127, 130, 135, 138, 140

Impressão 3D 63, 65, 66, 68, 74

Inundação 113, 130, 135

J

Jazigos 25, 27, 28, 29

L

Litoral 6, 138, 153

M

Manufatura aditiva 63

Massa cerâmica 63, 73

Matriz 10, 11, 12, 13, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 65, 97, 159

Meio ambiente 2, 11, 14, 19, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 103, 137, 139, 152, 153, 163

N

New materials 77

P

Patologia da construção 125

Pavimento intertravado 90, 91, 92, 96, 102

Piscinão 113

Polição 2, 6, 14, 22, 24, 25, 26, 28, 32, 34, 37, 145

População 10, 13, 14, 15, 17, 21, 25, 26, 33, 35, 118, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 152, 153

Precipitação 1, 2, 3, 4, 116, 129

Pressão 24, 27, 32, 68, 138, 152, 234

Processing 77, 78, 79, 80, 88, 89

R

RCC 63, 65

Resíduo de construção civil 63

Resistência à compressão 36, 39, 46, 47, 63, 65, 69, 70, 71, 90, 92, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 161

Riscos 15, 17, 24, 25, 30, 32, 33, 125, 127, 128, 136

S

Saúde 5, 8, 17, 24, 25, 26, 29, 30, 34

Sílica ativa 90, 93, 95, 96, 97, 99, 101

Slate waste 77, 80, 82, 83, 84, 87, 89

Soluções construtivas 63, 155

Sustentabilidade 102, 103, 137, 152, 163, 255

T

Taipa de pilão 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164

V

Variáveis 10, 12, 48, 165, 166, 169, 172, 174

Vigas em concreto armado 165, 168, 174

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 




Atena
Editora

Ano 2022

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 




Atena
Editora

Ano 2022