

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
GISELE ELISA STEENBOCK

CAMINHOS CONTEMPORÂNEOS DA TAIPA DE PILÃO NO BRASIL: UM  
EXPERIMENTO REALIZADO EM TEMPOS DE PANDEMIA COVID-19

CURITIBA

2021

GISELE ELISA STEENBOCK

CAMINHOS CONTEMPORÂNEOS DA TAIPA DE PILÃO NO BRASIL: UM  
EXPERIMENTO REALIZADO EM TEMPOS DE PANDEMIA COVID-19

Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio F. Tavares

CURITIBA

2021

S814 Steenbock, Gisele Elisa

Caminhos contemporâneos da taipa de pilão no Brasil: um experimento realizado em tempos de pandemia COVID-19 [recurso eletrônico] / Gisele Elisa Steenbock, 2021.

Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.  
Orientador: Prof. Dr. Sérgio F. Tavares.

1. Engenharia Civil. 2. Construção civil - Aspectos ambientais. 3. Estruturas de madeira (Construção civil). I. Universidade Federal do Paraná. II. Tavares, Sérgio F. III. Título.

CDD 691.1

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA CIVIL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **GISELE ELISA STEENBOCK** intitulada: **Caminhos contemporâneos da taipa de pilão no Brasil: Um experimento realizado em tempos de pandemia Covid-19**, sob orientação do Prof. Dr. SÉRGIO FERNANDO TAVARES, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 04 de Outubro de 2021.

Assinatura Eletrônica

13/10/2021 11:44:57.0

SÉRGIO FERNANDO TAVARES

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

13/10/2021 13:18:51.0

MARIA DO CARMO DUARTE FREITAS

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

13/10/2021 17:24:12.0

AKEMI INO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO)

".... Quando pensamos em terra, lembramos aquele chão do quintal onde brincávamos, quando criança. Com os pés no chão e as mãos sujas misturávamos, com água, esse material macio, colorido e sem fim e criávamos, sem saber, referências na memória que fizeram com que o respeito pelo mais nobre dos materiais seja tão antigo e tão profundo a ponto de não poder, jamais, ser esquecido".

Paulo Montoro (1994)

## AGRADECIMENTOS

Há várias maneiras de se ler e produzir um texto científico. A que mais se aproxima do meu posicionamento de vida é, sem dúvida, a permeada pela revolução pelo afeto. A evolução do meu processo acadêmico apontou para uma dinâmica de evolução do saber técnico, juntamente com o acolhimento dos processos de afeto.

Início meus agradecimentos pelo orientador desse trabalho, o Professor Doutor Sérgio Fernando Tavares, que demonstrou, ao longo de todo processo, a sua enorme capacidade e paciência, que ultrapassaram certamente suas responsabilidades e me presentearam com seu exemplo de educador e amigo.

A se referir a exemplos, a figura de meu Pai Paulo aparece, sem dúvidas, como meu primeiro e maior deles. Nesta homenagem póstumas, peço de antemão perdão a você, leitor, pela minha inabilidade com as palavras para expressar o tamanho do amor, gratidão e admiração que cultivo por esse ser...

À minha família, especial agradecimento a minha querida mãe Débora, na qual seu apoio e amor transcende às minhas expectativas, constantemente me emocionando. Ao meu esposo e companheiro da vida, meu querido Matheus, que além de todo apoio e carinho, aceitou mais essa empreitada de vida, tornando-nos habitantes de uma construção com terra, construída por nós.

Aos meus amigos, em especial à Angélica por todas as orientações, sempre muito paciente e amorosa; à Elis por apresentar-me com maestria o universo da pesquisa na engenharia, à Louise, à Elisa e ao Roberto, que participaram diretamente dessa jornada.

A Rede Terra Brasil pelo acolhimento; ao Thiago Lopes Ferreira pela colaboração e apoio. Ao Márcio V. Hoffmann pelo apoio, paciência e colaboração.

Por fim, especial agradecimento ao filósofo Mokiti Okada por ensinar-me que o aprendizado pelo afeto é revolucionário.

## RESUMO

A taipa de pilão possui qualidades decisivas na promoção de um ambiente construído mais sustentável, como boa inércia térmica e permite trocas de umidade com o meio. Apesar disso, apresenta em seu modo vernacular executivo, patologias já conhecidas pela literatura, como a falta de elementos protetivos às intempéries. Posto isso, questiona-se: como as produções científicas demonstram a evolução tecnológica na execução e as soluções de patologias em edificações em taipa de pilão contemporânea no Brasil? Dessa forma, a pesquisa pretende investigar o emprego em edificações da técnica de taipa de pilão contemporânea no Brasil. Para tanto, a estratégia da pesquisa, com delineamento exploratório, de natureza flexível, inclui um estudo de caso único, pesquisa-ação experimental e participante, com tabulação e comparação de dados coletados por múltiplas fontes de evidências, categorizados de acordo com as fases da edificação: dados projetuais, dados de seleção do solo, dados executivos e dados da percepção do usuário. Como um dos resultados, destaca-se a importância do processo executivo racionalizado e das formas para um resultado físico-mecânico e estético satisfatórios, bem como seu papel preventivo no surgimento de patologias. Observou-se ainda o desempenho satisfatório da argamassa experimental a base de terra e Murafan, na Casa Teffé, como proposta de solução corretiva.

**Palavras-chave:** Taipa de pilão. Taipa contemporânea, Taipa mecanizada. Edificações contemporâneas. Brasil.

## ABSTRACT

The rammed earth has decisive qualities in promoting a more sustainable built environment, such as good thermal inertia and allows exchange of moisture with the environment. Nevertheless, it presents, in its executive vernacular mode, pathologies already known in the literature, such as the lack of protective elements against bad weather. That being said, the question is: how the scientific productions demonstrate the technological evolution in the execution and the solutions of pathologies in contemporary rammed earth buildings in Brazil? Therefore, the research intends to investigate the use in buildings of the contemporary rammed earth technique in Brazil. In this way, the research strategy, with an exploratory design, flexible in nature, includes a single case study, experimental and participatory action research, with tabulation and comparison of data collected by multiple sources of evidence, categorized according to the phases of building: design data, land selection data, executive data and user perception data. As one of the results, the importance of the rationalized executive process and molds for a satisfactory physical-mechanical and aesthetic result is highlighted, as well as their preventive role in the emergence of pathologies. It was also observed the satisfactory performance of the earth-based mortar and experimental Murafan, at Teffé's House, as a corrective solution proposal.

**Keywords:** Rammed earth. Contemporary Rammed earth, Mechanized Rammed earth. Contemporary buildings. Brazil.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTRUTURA DA PESQUISA.....	28
FIGURA 2 – ESTRUTURA DO REFERENCIAL TEÓRICO .....	30
FIGURA 3 – MANDALA DE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS COM TERRA .....	34
FIGURA 4 – TRANSMISSÃO DE CARGAS NAS ESTRUTURAS .....	35
FIGURA 5 – PRINCIPAIS HORIZONTES DO SOLO.....	35
FIGURA 6 – TAIPAL E PILÃO.....	39
FIGURA 7 – PILÕES MANUAIS.....	39
FIGURA 8 – ESQUEMA DE PROTEÇÃO CONTRA A ÁGUA PLUVIAL – BEIRAIS E HIDROFUGANTE .....	42
FIGURA 9 – VALA PARA DRENO .....	45
FIGURA 10 – REABILITAÇÃO DAS FUNDAÇÕES .....	46
FIGURA 11 – REFORÇOS HORIZONTAIS PARA EVITAR O ESMAGAMENTO PROVOCADO POR TENSÕES CONCENTRADAS .....	47
FIGURA 12 – REFORÇO COM CABOS DE AÇO .....	47
FIGURA 13 – REFORÇO COM BAMBU E MADEIRA .....	48
FIGURA 14 – REFORÇO ANTISSÍSMICO .....	48
FIGURA 15 – DESAGREGAÇÃO ENTRE CAMADAS.....	50
FIGURA 16 – ETAPAS DA TECNOLOGIA APROPRIADA.....	55
FIGURA 17 – TAIPA DE PILÃO X TAIPA MECANIZADA.....	57
FIGURA 18 – TAIPAIS EM ESTRUTURA METÁLICA – TAIPAL.....	58
FIGURA 19 – ESQUEMA FÔRMA TAIPAL.....	59
FIGURA 20 – FÔRMAS METÁLICAS DA EMPRESA TERRA COMPACTA .....	59
FIGURA 21 – PROJETO DA FÔRMA CANTEIRO USP .....	60
FIGURA 22 – EQUIPAMENTOS PARA TRANSPORTE DO SOLO.....	61
FIGURA 23 – COMPACTADORES PNEUMÁTICOS E MECÂNICOS.....	62
FIGURA 24 – TRECHOS COM ARRANCAMENTOS DE UMA PAREDE DE TAIPA.....	63
FIGURA 25 – TUBULAÇÃO ELÉTRICA EMBUTIDA .....	64

FIGURA 26 – MAPA DOS MAIORES MOVIMENTOS DAS TÉCNICAS DE TAIPA DE PILÃO E SUAS ORIGENS .....	68
FIGURA 27 – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS - PAÍS DE PUBLICAÇÃO .....	76
FIGURA 28 – MAPA SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	81
FIGURA 29 – CORRELAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIA DE PESQUISA E EIXO TEMÁTICO .....	83
FIGURA 30 – DEFINIÇÃO DOS EIXOS TEMÁTICOS .....	87
FIGURA 31 – MAPA SÍNTESE .....	90
FIGURA 32 – MAPA MENTAL DE CONDUÇÃO DA PESQUISA .....	96
FIGURA 33 – MAPA MENTAL DA SELEÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO .....	98
FIGURA 34 – CORRELAÇÃO DOS DADOS COLETADOS E AS ETAPAS DA EDIFICAÇÃO .....	99
FIGURA 35 – COLETA DE DADOS POR MÚLTIPLAS FONTES DE EVIDÊNCIAS .....	105
FIGURA 36 – COMPARAÇÃO DOS DADOS .....	107
FIGURA 37 – FOTOGRAFIA DA TELA: VIDEOCHAMADA CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....	108
FIGURA 38 – PLANTA DO TÉRREO.....	114
FIGURA 39 – PLANTA DO SUPERIOR.....	115
FIGURA 40 – CORTE AA .....	116
FIGURA 41 - PERSPECTIVA ELETRÔNICA DA CASA TEFFÉ.....	117
FIGURA 42 – LINHA DO TEMPO DA CONSTRUÇÃO DA CASA TEFFÉ.....	118
FIGURA 43 – VIGAS BALDRAMES, DEGRAU DE SOBRESSALTO E PILARES. 119	
FIGURA 44 – SELEÇÃO, SECAGEM, PENEIRAMENTO E FEITURA DOS CORPOS DE PROVA.....	120
FIGURA 45 – TESTES DA CAIXA COM OS RESULTADOS DAS RETRAÇÕES . 120	
FIGURA 46 – FERRAMENTAS: PILÕES, MAKITA TELESCÓPICA E BETONEIRA .....	121
FIGURA 47 – FERRAMENTAS PARA O TRANSPORTE DA MASSA AO TAIPAL 122	
FIGURA 48 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 1 – VISTA EXTERNA .....	123
FIGURA 49 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 1 – VISTA INTERNA.....	123
FIGURA 50 – REGISTROS DA MONTAGEM DA FÔRMA DA PAREDE 1 .....	124

FIGURA 51 – APILOAMENTO – LOCOMOÇÃO DO OPERÁRIO E DENTRO DO TAIPAL.....	125
FIGURA 52 – DESFORMA DA PAREDE 1 – ANTES E DEPOIS DA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA CORRETIVA.....	125
FIGURA 53 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 2 – PAINEL TÉRREO - VISTA ÁREA DE SERVIÇO .....	126
FIGURA 54 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 2 – PAINEL TÉRREO - VISTA INTERNA.....	127
FIGURA 55 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 2 – PAINEL TÉRREO – VISTA ÁREA DE SERVIÇO E EXTERNA.....	128
FIGURA 56 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 2 – PAINEL SUPERIOR – VISTA DA ESCADA .....	128
FIGURA 57– BURACO DE RETIRADA DA TERRA PARA A PAREDE 2.....	129
FIGURA 58 – MONTAGEM DO PAINEL TÉRREO DA FÔRMA DA PAREDE 2 ...	130
FIGURA 59 – DESFORMA DO PAINEL TÉRREO DA PAREDE 2 – ANTES E DEPOIS DA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA CORRETIVA.....	131
FIGURA 60 – CORPOS DE PROVA APÓS 7 DIAS DE SECAGEM – TRAÇOS E LEITURA DA RETRAÇÃO .....	132
FIGURA 61 – MONTAGEM DO PAINEL SUPERIOR DA FÔRMA DA PAREDE 2	133
FIGURA 62 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 3 – PAINEL TÉRREO – VISTA INTERNA.....	134
FIGURA 63 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 3 – PAINEL TÉRREO – VISTA EXTERNA.....	134
FIGURA 64 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 3 – PAINEL SUPERIOR - VISTA INTERNA .....	135
FIGURA 65 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 3 – PAINEL SUPERIOR – VISTA EXTERNA.....	135
FIGURA 66 – MONTAGEM DA FÔRMA DO PAINEL TÉRREO (ESQUERDA) E DA FÔRMA DO PAINEL SUPERIOR (DIREITA) DA PAREDE 3 .....	136
FIGURA 67– DESFORMA DO PAINEL TÉRREO (ESQUERDA) E DO PAINEL SUPERIOR (DIREITA) DA PAREDE 3 .....	137
FIGURA 68 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 1 .....	140

FIGURA 69 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 1 – INTERFACE DA TAIPA COM A VIGA DE CONCRETO ARMADO .....	141
FIGURA 70 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 2 – PAINEL SUPERIOR – TRINCA HORIZONTAL .....	142
FIGURA 71 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 2 – PAINEL SUPERIOR – DESCOLAMENTO SUPERIFICAL .....	143
FIGURA 72 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 3 – DESCOLAMENTO SUPERIFICAL.....	144
FIGURA 73 – CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA PARA A LITERATURA.....	161

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO CONSUMO APARENTE EM TONELADAS DE CIMENTO NO BRASIL .....	25
GRÁFICO 2 – COMPOSIÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL, POR SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO E REGIÕES METROPOLITANAS – BRASIL - 2015.....	26
GRÁFICO 3 – COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DE OBRAS NO BRASIL .....	27
GRÁFICO 4 – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS - ANO DE PUBLICAÇÃO .....	73
GRÁFICO 5 – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS - LOCAL DE PUBLICAÇÃO.....	74
GRÁFICO 6 – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS - LOCAL DE PUBLICAÇÃO.....	80

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DEFINIÇÕES DE PESQUISA PASSO A PASSO.....	71
QUADRO 2 – RESULTADOS DAS BUSCAS .....	89

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TABELA SÍNTESE DE PATOLOGIAS – 1/2.....	52
TABELA 2 – TABELA SÍNTESE DE PATOLOGIAS – 2/2.....	53
TABELA 3 – AUTORES POR EIXO TEMÁTICO.....	78
TABELA 4 – EDIFICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS CONTIDAS EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS.....	93
TABELA 5 – SELEÇÃO DA EDIFICAÇÃO CONTEMPORÂNEA CONTIDA EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS .....	98
TABELA 6 – TABELA DOS DADOS PROJETUAIS .....	148
TABELA 7 – TABELA DOS DADOS DE SELEÇÃO DO SOLO .....	150
TABELA 8 – TABELA DOS DADOS DE EXECUÇÃO – 1/2 .....	152
TABELA 9 – TABELA DOS DADOS DE EXECUÇÃO – 2/2 .....	154
TABELA 10 – TABELA DOS DADOS DE PERCEPÇÃO O USUÁRIO – 1/2 .....	157
TABELA 11 – TABELA DOS DADOS DE PERCEPÇÃO DO USUÁRIO – 2/2 .....	159

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABCTerra	- Associação Brasileira de Construção com Terra
ABCP	- Associação Brasileira de Cimento <i>Portland</i>
ACV	- Análise do Ciclo de Vida
BNH	- Banco Nacional de Habitação
BTC	- Bloco de terra comprimida
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPED	- Centro de Pesquisa e Desenvolvimento
CRD	- Centro de Revisões e Disseminação
<i>CRATerre</i>	- Centro de Pesquisa e Aplicação da Terra
ENCAC	- Encontro Nacional americano de Conforto no Ambiente Construído
ELECS	- Encontro Latino-americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis
ENLAC	- Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído
ENTAC	- Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
HABIS	- Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade
IAU/USP	- Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
RE	- <i>Rammed Earth</i>
RSL	- Revisão sistemática da literatura
SCAA	- Solo cimento auto adensável
SIACOT	- Seminário <i>Ibero-americano de arquitectura y construccion com tierra</i>
TEC	- Terra estabilizada compacta
UFMS	- Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UFSC	- Universidade Federal de Santa Catarina
UNESP	- Universidade Estadual de São Paulo
USP	- Universidade de São Paulo
UTFPR	- Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
1.1 PROBLEMA .....	21
1.2 PRESSUPOSTO .....	22
1.3 OBJETIVOS .....	23
1.4 JUSTIFICATIVA .....	23
1.4.1 1.3.1. Justificativa ambiental .....	24
1.4.2 1.3.2. Justificativa social .....	25
1.4.3 1.3.3. Justificativa econômica.....	26
1.4.4 1.3.4. Justificativa tecnológica.....	27
1.5 ESTRUTURAÇÃO DO DOCUMENTO .....	28
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>30</b>
2.1 SURGIMENTO DA TÉCNICA E BREVE HISTÓRICO .....	31
2.1.1 Histórico no Brasil .....	31
2.1.2 Desaparecimento no Brasil .....	32
2.1.3 O <i>devoir</i> do século XX – tentativas de reinserção da taipa de pilão.....	32
2.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA: SOLO, PROCESSO CONSTRUTIVO E PATOLOGIAS .....	33
2.2.1 Composição dos solos para fins de construção, estabilizantes e aglomerantes.....	35
2.2.1.1 <i>Ensaio e correção granulométrica</i> .....	36
2.2.1.2 <i>Estabilização e Estabilizantes</i> .....	37
2.2.2 Processo executivo tradicional – o construir vernacular.....	38
<b>2.2.3. PATOLOGIAS E FRAGILIDADES</b> .....	<b>41</b>
2.2.3.1. <i>Patologia de revestimento de superfície (não-estrutural)</i> .....	41
2.2.3.2. <i>Patologia estruturais</i> .....	44
2.2.3.3. <i>Erros de execução</i> .....	49
2.2.3.4. <i>Tabela síntese de patologias</i> .....	51

2.3 DA TÉCNICA VERNACULAR A CONTEMPORANEIDADE: REFLEXÃO ACERCA DA TECNOLOGIA APROPRIADA E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA.....	53
2.4 TAIPA DE PILÃO CONTEMPORÂNEA: A MECANIZAÇÃO .....	56
2.4.1 Fôrmas .....	57
2.4.2 Trabalho do operário mecanizado .....	60
2.4.3 Mistura mecanizada .....	61
2.4.4 Transporte e lançamento do solo .....	61
2.4.5 Compactação mecanizada .....	62
2.4.6 Desforma e cura .....	62
2.4.7 Instalações elétricas e hidráulicas .....	64
2.5 TAIPA DE PILÃO CONTEMPORÂNEA COMO ALTERNATIVA PARA UM AMBIENTE CONSTRUÍDO MAIS SUSTENTÁVEL .....	64
2.5.1 Conforto higrotérmico .....	65
2.5.2 Demolição – a reinserção do material .....	66
2.5.3 ACV e Energia Incorporada.....	66
2.5.4 Social .....	67
<b>3 ESTADO DA ARTE – PANORAMA MUNDIAL E PANORAMA NACIONAL.....</b>	<b>68</b>
3.1 RSL PANORAMA MUNDIAL.....	68
3.1.1 Método .....	69
3.1.2 Resultados e discussão .....	72
3.1.2.2. <i>Ano de publicação</i> .....	72
3.1.2.3. <i>Local de publicação</i> .....	73
3.1.2.1. <i>País</i> .....	75
3.1.2.4. <i>Eixo temático e estratégia de pesquisa</i> .....	76
3.1.2.5. <i>Mapa síntese das tabulações</i> .....	81
3.1.3 Conclusão .....	84
3.2 PANORAMA NACIONAL DA PESQUISA CIENTÍFICA EM TAIPA DE PILÃO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA EM BASES BRASILEIRAS	85
3.2.1 Justificativa - os autores antecessores a este estudo .....	85
3.2.1.2. <i>Objetivo</i> .....	86
3.2.2 Método do mapeamento .....	86

3.2.2.1. Resultado das buscas .....	88
3.2.3 Resultados e discussão .....	89
3.2.4 Conclusão do mapeamento sistemático.....	92
3.2.5 Edificações contemporâneas em taipa de pilão .....	92
<b>4 MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>94</b>
4.1 UNIDADE DE ANÁLISE .....	97
4.2 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	97
4.3 SELEÇÃO DO CASO .....	97
4.4 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	99
4.4.1 Levantamento de dados – ficha documental .....	100
4.4.2 Estrutura da ficha de observação .....	100
4.4.3 Ficha do questionário .....	102
4.5 TESTES DE VALIDADE DAS FICHAS DO ESTUDO DE CASO .....	103
4.6 COLETA DOS DADOS DAS MÚLTIPLAS FONTES DE EVIDÊNCIAS .....	104
4.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	105
<b>5 CONDUÇÕES – ESTUDO DE CASO E PESQUISAS AÇÃO EXPERIMENTAL E PARTICIPANTE.....</b>	<b>107</b>
5.1 CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....	108
5.1.1 Ficha documental .....	108
5.1.2 Ficha de observação .....	109
5.1.3 Ficha questionário – Percepção sobre a taipa .....	111
5.1.4 Análise do fundamento lógico do caso decisivo .....	111
5.2 PESQUISA AÇÃO EXPERIMENTAL .....	112
5.2.1 Projeto .....	112
5.2.2 Início da obra, bases das paredes e esquema dos pilares .....	118
5.2.3 Testes de campo, ferramentas e maquinários utilizados .....	119
5.2.4 Execução da Parede 1 - Parede da lavanderia .....	122
5.2.5 Execução da Parede 2 – parede da escada.....	126
5.2.6 Execução da Parede 3 – fachada principal .....	133
5.2.7 Percepção do usuário .....	137
5.2.8 Pós execução – análise das patologias .....	139
5.2.5.1. Parede 1 – parede da lavanderia .....	139

5.2.5.2. Parede 2 – Parede da escada.....	141
5.2.5.3. Parede 3 – fachada principal.....	144
5.3 PARTICIPAÇÃO NO COMITÊ DA NORMA DE TAIPA DE PILÃO .....	145
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES: TABULAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS</b>	
<b>DADOS .....</b>	<b>147</b>
6.1 DADOS PROJETUAIS .....	147
6.2 DADOS SELEÇÃO DO SOLO .....	149
6.3 DADOS DA EXECUÇÃO.....	151
6.4 DADOS DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO.....	156
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.</b>	<b>160</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>163</b>
<b>REFERÊNCIAS DA RSL .....</b>	<b>177</b>
<b>REFERÊNCIAS DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA .....</b>	<b>186</b>
<b>APÊNDICE 1 – FICHA DOCUMENTAL DO ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>203</b>
<b>APÊNDICE 2 – FICHA DE OBSERVAÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>211</b>
<b>APÊNDICE 3 – FICHA DO QUESTIONÁRIO DO ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>224</b>
<b>APÊNDICE 4 – FICHA DOCUMENTAL DO ESTUDO DE CASO PREENCHIDA</b>	<b>228</b>
<b>APÊNDICE 5 – FICHA DE OBSERVAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</b>	
<b>PREENCHIDA.....</b>	<b>235</b>
<b>APÊNDICE 6 – FICHA DE QUESTIONÁRIO DO ESTUDO DE CASO</b>	
<b>PREENCHIDA.....</b>	<b>248</b>
<b>APÊNDICE 7 – TEXTO-BASE COMISSÃO ABNT CE-02:123.09 .....</b>	<b>251</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou intenso processo de urbanização a partir da segunda metade do século XX. Maricato (2000) aponta que a ocupação do território se fez de forma insatisfatória, no sentido de suprir necessidades básicas de se morar.

Direito a moradia adequada é um direito garantido por lei (ONU, 2013). Porém, os números da Fundação Getúlio Vargas (2017) demonstram que o déficit de moradias cresceu em 7%. Dentre os fatores que contribuem para o aumento desse índice, a inadequação da moradia leva muitas famílias a viverem em locais informais, dentre eles cortiços e ocupações irregulares, por exemplo (FGV, 2017).

Segundo Hass e Martins (2011), no Brasil, a construção civil ainda é predominantemente em alvenaria de bloco cerâmico: sistema construtivo caracterizado pela baixa produtividade e principalmente pelo grande desperdício, dada sua natureza artesanal de instalação. Além disso, para a produção do bloco é necessária sua queima, na qual advém uma série de gases poluentes.

O setor da construção civil é um dos que causam maior impacto no meio ambiente. Além do uso de recursos naturais, utilizados como matéria-prima, consome grande parte da energia disponível para transformação e transporte desses materiais. Não obstante, gera-se entulho tanto na execução, como na demolição das obras. É papel dos agentes envolvidos no setor apresentarem novas ideias, de modo a conciliar o desenvolvimento das atividades da construção à preservação do meio ambiente (NEVES E FARIA, 2011).

Questões relacionadas a tornar uma edificação mais sustentável começam a ganhar espaço de discussão a partir da década de 1990, com a ECO 92. A partir daí, não só novas técnicas construtivas são estudadas, mas também se volta o olhar para técnicas vernaculares, constatando que tais técnicas possuem qualidades de desempenhos técnicos semelhantes e/ ou iguais às novas tecnologias.

A técnica vernacular ou tradicional utiliza materiais naturais recolhidos no próprio sítio ou nas proximidades. O uso da terra, como material base nas edificações, desde as autoconstruções até a contemporaneidade, com incrementos e novas tecnologias, vem se tornando assunto frequente nas discussões dentro da academia, conforme explana Maia, Andrade e Faria (2016).

A taipa de pilão possui qualidades decisivas, se executada corretamente, no sentido de se caracterizar como uma escolha para arquitetura mais sustentável. Segundo Neves (2011) são elas: boa inércia térmica, permite trocas de umidade com o meio, garantindo consumo zero em energia para climatização do ambiente.

Contudo, apesar dos argumentos que validam as vantagens ambientais do uso da terra como material, Ary e Oriu (2016) explicam que é comum patologias causadas pela falta de experiência dos projetistas e dos trabalhadores em canteiro de obra, como por exemplo a falta de elementos protetivos às intempéries e supra solicitação estrutural do sistema construtivo, de acordo com Hoffmann (2004) e Torgal e Jalali (2009).

A taipa de pilão, ainda que milenar, caiu em desuso e enfrenta os desafios de equiparar-se aos padrões das demais técnicas construtivas e adequar a mão de obra, tanto no Brasil quanto em países desenvolvidos, explanam Ciancio e Beckett (2015).

Seu retorno enquanto possibilidade de construção contemporânea surge como oportunidade para agregar mais sustentabilidade às edificações, cumprindo dessa maneira, o papel social da arquitetura, explicam Nagy Ramos e Yuba (2017).

A transição do processo de construção artesanal para a produção industrializada deve ser justificada de acordo com a necessidade da sociedade, com bases técnicas e científicas existentes (UNHABITAT 1992). De acordo com Ciancio e Beckett (2015), a industrialização de materiais de terra melhora as características naturais do material garantindo as qualidades ideais para uso e aplicação, reduzindo os tempos de execução.

Nesse sentido, a tecnologia apropriada contribui efetivamente para a transformação técnica, social e econômica da sociedade, respeitando os parâmetros específicos de cada região e visando o aumento do bem-estar a maioria da população. Abiko (1980) admite ainda que diferentes culturas e regiões terão diferentes tecnologias apropriadas por suas características, essenciais para a formação de sua identidade cultural.

A taipa apiloada (*rammed earth*, *pisé*) é uma técnica que vem sendo incrementada tecnologicamente para passar da condição artesanal à racionalizada. (BARRETO, YUBA E LATOSINSKI, 2016)

Isso tem acontecido ora pela introdução de outros materiais, que melhoram seu desempenho, ora e pela mecanização do seu processo produtivo, agregando maior produtividade e qualidade.

Ao contrário do que se espera em tempos de grande discussão da sustentabilidade no ambiente construído, os exemplares contemporâneos de construções com terra são poucos, tanto no Brasil, quanto em outros países.

As edificações, apesar de não abundantes, são suficientes para demonstrarem as potencialidades do material e da técnica para uso na construção civil. Historicamente, destaca-se as iniciativas e trabalhos desenvolvidos pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, da Universidade do Estado da Bahia (CEPED, 1984), e ações de redes, como PROTERRA (ibero-americano) e Terra Brasil (brasileiro).

## 1.1 PROBLEMA

A terra e suas técnicas utilizadas no passado são alvos de pesquisas que buscam avançar a sua tecnologia, desenvolvendo sistemas construtivos inovadores e coerentes, caracterizados pela simplicidade, eficácia e baixo custo (NEVES, 2011).

Assim, as construções de terra crua, mesmo quando estabilizadas com cimento, ainda possuem características ambientais importantes, pois já que sua principal matéria-prima – a terra crua, não passa por processos industriais, resultam em menores índices de energia incorporada e emissões de carbono, em comparação a edificações equivalentes, feitas com materiais convencionais, de acordo com a explanação de Veraldo, Yuba e Milani (2014).

A evolução nos processos dos sistemas construtivos, em que a terra é utilizada matéria-prima, é essencial em se tratando de otimização de consumo de energia, na diminuição de resíduos na construção e na redução dos esforços físicos dos trabalhadores, aspectos esses melhorados pela mecanização dos processos construtivos (VERALDO, 2015).

Posto isso, questiona-se: Como as produções científicas demonstram a evolução tecnológica na execução e as soluções de patologias em edificações em taipa de pilão contemporânea no Brasil?

## 1.2 PRESSUPOSTO

Com relação às pesquisas anteriores a este trabalho, que contribuem para o delineamento da evolução tecnológica da taipa contemporânea no âmbito nacional, destaca-se a contribuição das pesquisas de Heise (2004), Taveira (2004), Ferreira (2014), Veraldo (2015), Joaquim (2015), Maia (2016), Miranda (2017) e Guerra (2017).

Heise (2004) mapeou, identificou etapas, calculou medidas produtivas, propondo melhoramentos para o processo de produção do painel monolítico de solo-cimento em taipa de pilão. O autor investigou 5 canteiros de obras em que o painel foi utilizado. Resultou no mapeamento e recomendações para melhoria da eficiência e da produtividade do processo.

Taveira (2004) e Ferreira (2014) trazem em seus trabalhos, através de relatos de vivências em canteiros-escolas experimentais, com reflexão sobre a arquitetura de terra (leia-se taipa de pilão), a adoção precipitada da inovação e a industrialização da arquitetura e a quebra de fronteiras entre o “saber fazer”.

Observa-se na dissertação de Veraldo (2015) a descrição do processo construtivo do Canteiro Experimental, no *campus* Campo Grande da UFMS. A autora ainda faz uma importante reflexão acerca da mecanização da taipa de pilão, como estratégia para sua reinserção efetiva no atual mercado da construção civil brasileira.

No mesmo ano, Joaquim (2015) desenvolveu em sua dissertação, a partir de entrevistas com trabalhadores, engenheiros e arquitetos envolvidos nos canteiros de produção da arquitetura e construção com terra, uma avaliação das condições de atuações dos trabalhadores de arquitetura com terra, bem como o impacto da mecanização no processo.

Maia (2016) por sua vez analisou o espaço arquitetônico contemporâneo construído com Taipa de Pilão (terra compactada) e Blocos de Terra Comprimida (BTC) e sua influência no conforto dos ocupantes.

Sobre o já mencionado Canteiro Experimental, em Miranda (2017) e Guerra (2017), observa-se outras duas importantes análises conduzidas, com tal edificação como objeto de pesquisa.

A autora Miranda (2017) conduz uma ACV (análise do ciclo de vida) simplificada de uma das paredes da edificação em taipa mecanizada, comparando-a a outros dois métodos construtivos convencionais.

Já Guerra (2017) identificou a percepção das pessoas sobre a técnica da taipa de pilão, aplicando questionários aos usuários da edificação. Os resultados demonstram que a percepção das pessoas em relação a taipa de pilão é positiva e também é aceita pela maioria.

### 1.3 OBJETIVOS

De forma geral, a pesquisa pretende investigar o emprego em edificações da técnica de taipa de pilão contemporânea no Brasil.

De modo específico, busca-se:

- Mapear as patologias presentes nas construções em taipa de pilão;
- Entender a partir do usuário os benefícios, dificuldades pós-ocupação;
- Caracterizar os problemas e barreiras detectados a partir da experiência de execução de uma construção com a técnica;

### 1.4 JUSTIFICATIVA

A construção com terra crua pela humanidade é milenar. No Brasil, caiu em desuso com o advento da arquitetura de tijolo convencional vinda juntamente com os imigrantes europeus no séc. XIX (EIJK, 2006). Como técnica vernacular, a taipa de pilão possui qualidades decisivas e que justificam sua reinserção no atual cenário da construção civil brasileira, como a utilização do solo em sua forma natural do próprio sítio de implantação da edificação (SATO,2012), admitindo a atualização tecnológica em seus processos.

### 1.4.1 1.3.1. Justificativa ambiental

Os problemas ambientais causados na produção de bens de consumo e do espaço urbano, tornam-se evidente ao final do século XX, sensibilizando a sociedade quanto a urgente necessidade de reverter este quadro, conforme Neves (2011). Instalada a crise dos modelos de construção estabelecidos, a arquitetura e construção com terra retorna como uma alternativa mais sustentável.

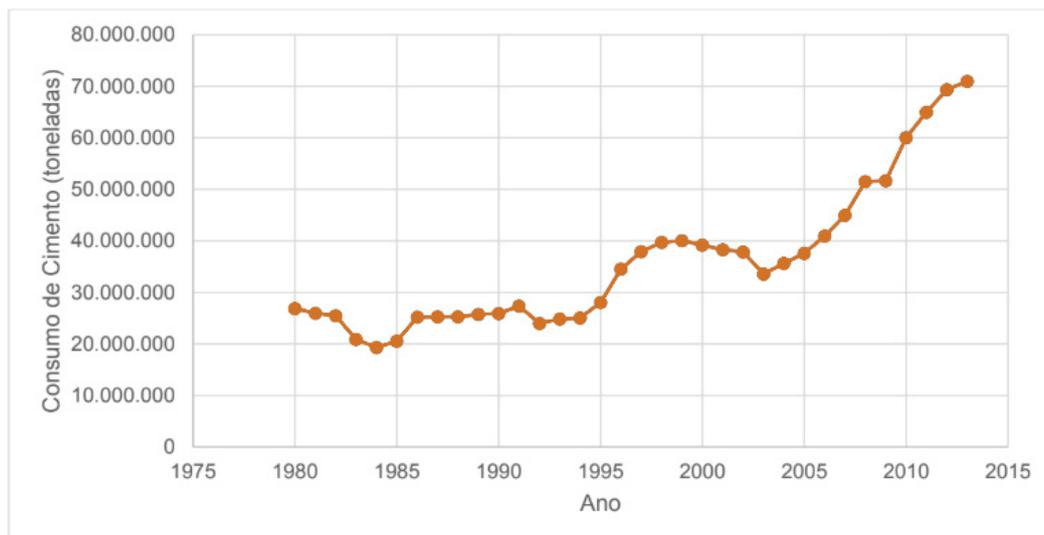
Por definição da ONU (2017), desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

No que tange os recursos naturais, explanam Demanboro, Ferrão e Mariotini (2004) sabe-se que o crescimento exponencial da utilização de recursos naturais pode acarretar numa situação de esgotamento, do ponto de vista da economia e do meio ambiente, havendo, portanto, limites físicos para o crescimento.

O setor da Construção Civil é responsável pelo consumo de 50% de recursos naturais, em todo o mundo, e responde sobre o consumo de mais de 40% dos insumos energéticos de todas as fontes. Essa quantificação de gasto energético admite todo o ciclo de vida das edificações: do berço ao túmulo, ou seja, o consumo de energia para extrair e produzir o material; transportar até o canteiro de obras; montagem da edificação; consumo energético operacional da edificação e, ainda, a energia necessária para desconstruí-la (TAVARES,2006).

A produção do cimento, material base para a indústria da construção civil, é responsável por aproximadamente 8% das emissões globais de CO<sup>2</sup>, aponta Lehne e Preston (2018). Observa-se no GRÁFICO 1 que o crescimento do consumo de cimento no país aumentou em quase 3 vezes, no período de 1980 e 2013.

GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO CONSUMO APARENTE EM TONELADAS DE CIMENTO NO BRASIL



FONTE: Sindicato Nacional da Indústria do Cimento-SNIC (2019).

#### 1.4.2 1.3.2. Justificativa social

Metade da humanidade vive em cidades (ONU BR, 2018) - cerca de 3,5 milhões de pessoas – número que tende a aumentar para 60% até 2030, dos quais 828 milhões de pessoas vivem em favelas. As cidades ocupam apenas 2% de espaço da Terra, mas usam 60 a 80% do consumo de energia e provocam 75% da emissão de carbono. (ONU, 2018)

Uma vez que as cidades são constituídas sobretudo de habitação, de acordo com a ONU (2013) o ser humano precisa de um local onde possa pensar sem interrupções, interagir com outros seres com privacidade, conservar suas memórias, expressar sua individualidade e repousar depois de um longo dia.

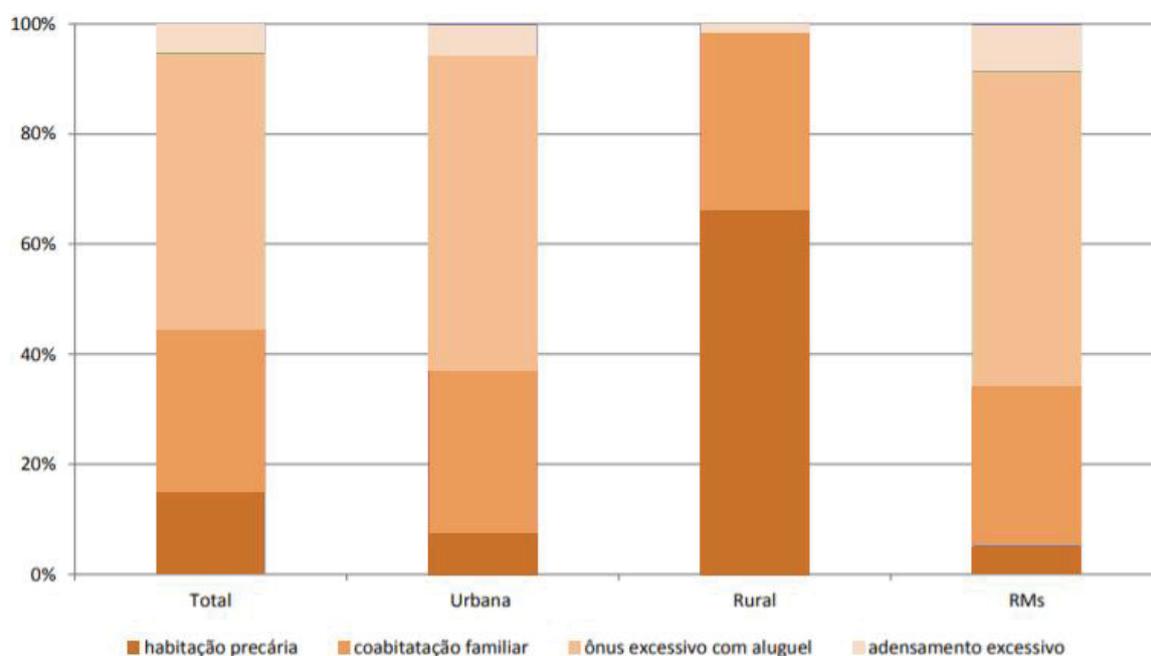
A moradia adequada é um dos direitos humanos garantidos a todos pela legislação internacional e também pela Constituição Brasileira. Esse direito fundamental foi reconhecido em 1948 pela Declaração Universal dos Direitos Humanos (ONU, 1948) como integrante do direito a um padrão de vida adequada, e também em 1966 pelo Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (ONU, 1992), tornando-se um direito humano universal, aceito e aplicável

em todas as partes do mundo como um dos direitos fundamentais para a vida das pessoas.

Porém, apesar de garantido por lei, os números da FJP (2018) demonstram uma realidade bastante diferente: há cerca de 8,3 milhões de pessoas vivendo em edificações precárias, em 872 municípios espalhados pelo país.

Nota-se no GRÁFICO 2, que divide o número absoluto do déficit por categoria de situação do domicílio, que a soma da habitação precária com a coabitação familiar, ultrapassa os 40% do número absoluto, o que ilustra a relação do déficit com a produção de habitações adequadas.

GRÁFICO 2 – COMPOSIÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL, POR SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO E REGIÕES METROPOLITANAS – BRASIL - 2015



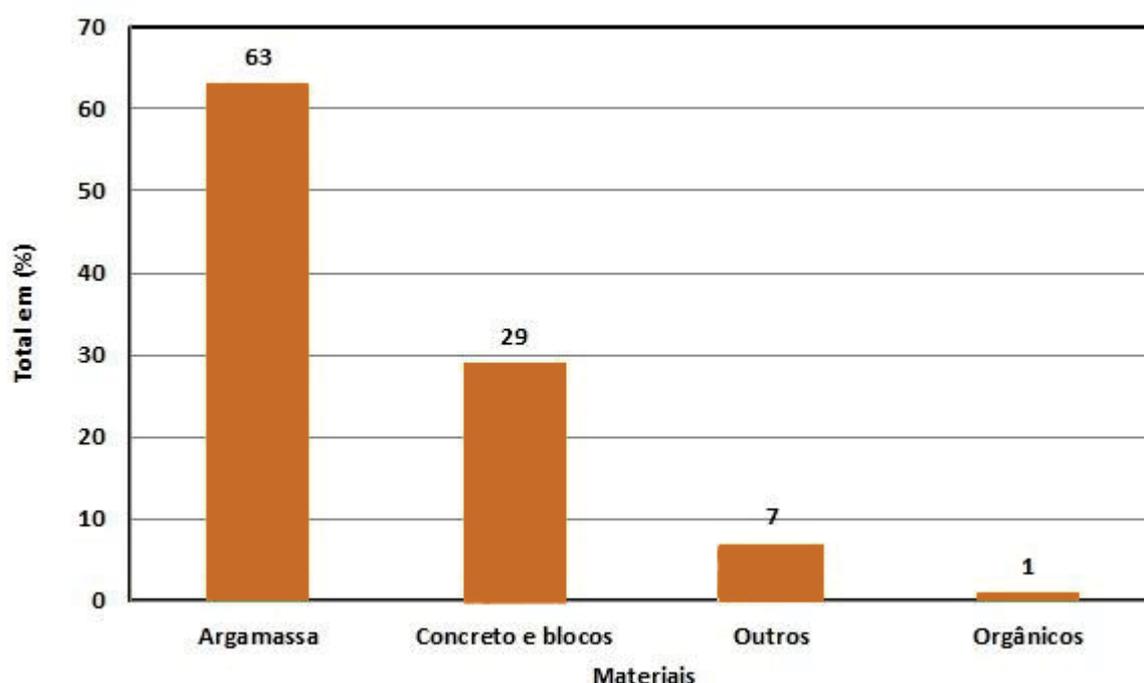
FONTE: FJP (2018)

### 1.4.3 1.3.3. Justificativa econômica

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo de crescimento econômico e social (IPEA, 2012). Contudo, sabe-se que o segmento demanda intenso consumo de recursos naturais e gera resíduos em todas as fases.

Os resíduos da construção civil representam em média 61% dos resíduos sólidos urbanos, em massa. (IPEA, 2012). Dos materiais que compõem esses resíduos, conforme Gráfico 3, 92% correspondem a argamassa e concreto e blocos. Tratam-se de componentes do sistema construtivo de alvenaria de bloco cerâmico ou alvenaria convencional, predominante no Brasil e caracterizado pela baixa produtividade e grande desperdício, dada sua natureza artesanal de execução (HASS E MARTINS, 2011).

GRÁFICO 3 – COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DE OBRAS NO BRASIL



FONTE: IPEA (2012).

#### 1.4.4 1.3.4. Justificativa tecnológica

Já no aspecto qualitativo da produção das tipologias das habitações em larga escala, a fim de suprir o déficit, explica Ferreira (2012) a produção favorece o uso de sistemas construtivos rápidos e econômicos, além da elaboração de projetos padronizados para todo o território nacional, sem considerar o impacto de tais soluções no desempenho térmico da edificação.

A adoção de uma mesma tipologia de projeto e sistema construtivo, para localidades em condições climáticas diversas, ocasiona problemas térmicos na edificação. Além disso, os sistemas construtivos dessas edificações caracterizam-se pelo emprego de camadas finas de materiais de alta condutibilidade, como o concreto.

No cenário brasileiro há uma característica cultural, do setor de construção, da utilização de processos tradicionais em detrimento a outras tecnologias, gerando baixa eficiência na utilização de recursos. (GOMES *et. al.*, 2013 apud. OLIVIEIRI *et. al.*, 2017)

Posto isso, sabe-se sistema de produção de fachadas merece destaque, já que representa de 15% a 20% dos custos totais (MEJICOVSKY *et. al.*, 2003 apud. OLIVIEIRI *et. al.*, 2017) incluindo vedações externas, esquadrias, revestimentos em argamassa, revestimentos em gesso e acabamentos.

A vantagem de se utilizar a arquitetura de terra, especificamente a parede de taipa, segundo Minke (2001) é que, além de termicamente estáveis, economizam muita energia, em comparação a construção em alvenaria, já que só são necessárias 1 a 2% da energia despendida, em relação a alvenaria convencional, além de fácil manuseio.

## 1.5 ESTRUTURAÇÃO DO DOCUMENTO

Essa pesquisa foi estruturada em etapas, sintetizada na FIGURA 1.

FIGURA 1 – ESTRUTURA DA PESQUISA



FONTE: A autora (2021).

O Capítulo 1 apresenta a **INTRODUÇÃO** da pesquisa, com a contextualização acerca das construções em taipa de pilão e a busca do setor da construção civil por tecnologias construtivas mais sustentáveis. Além disso, há a justificativa para o desenvolvimento da mesma, o problema e os objetivos a serem alcançados.

No Capítulo 2 desenvolve-se a **REFERENCIAL TEÓRICO**, trazendo tanto conceitos básicos sobre construção de paredes de taipa de pilão, quanto conhecimentos específicos, aprofundando nas patologias executivas já conhecidas.

O Capítulo 3 contempla o **ESTADO DA ARTE**, através de uma revisão sistemática da literatura (RSL) e um mapeamento sistemático em bases brasileiras, com o intuito de apresentar o panorama mundial e o de produções científicas no Brasil, dentro do tema “taipa contemporânea”.

Já no Capítulo 4 são abordados aspectos que compõem o **MÉTODO DE PESQUISA** selecionado para o desenvolvimento desta dissertação, bem como os métodos complementares de condução, com a seleção dos estudos de caso, e o desenvolvimento do protocolo de coleta de dados.

Na sequência, o Capítulo 5 abrange o desenvolvimento do **CONDUÇÕES – Estudo de caso, Pesquisa-ação experimental e participante**, apresentando as conduções do estudo de caso, os relatos do processo executivo da Casa Teffé e da participação do Comitê ABNT - CE-02:123.09.

Por conseguinte, o capítulo 6 apresenta os **RESULTADOS E DISCUSSÕES**. É neste capítulo que é feita a tabulação e comparação dos dados.

Por fim, no capítulo 7 estão as **CONSIDERAÇÕES FINAIS** do trabalho, apresentando as contribuições da pesquisa para a academia, profissionais e mercado da construção civil, correlacionando aplicações teóricas às práticas.

Nesse mesmo capítulo são explicitados os aprendizados adquiridos, bem como relatadas as dificuldades, com sugestões para trabalhos futuros.

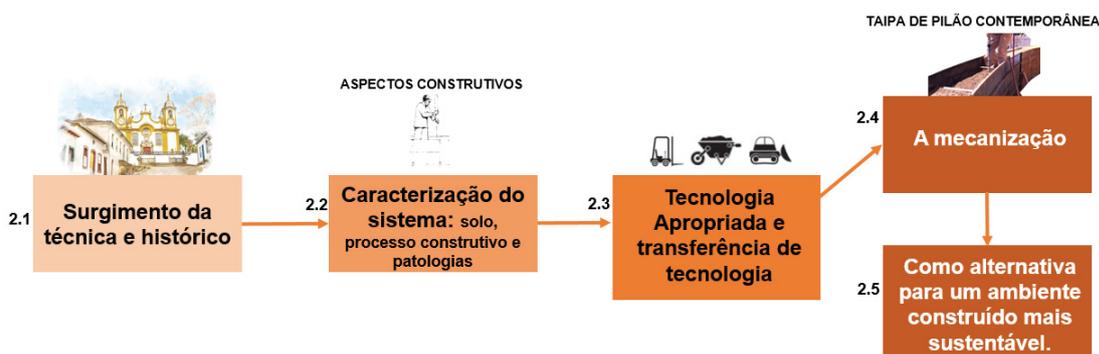
Além dos capítulos evidenciados, a dissertação possui 7 apêndices.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

As técnicas de construção com terra surgiram nas mais antigas e remotas civilizações do passado, sendo expandidas a todo mundo junto com as colonizações e invasões. Apesar de apresentarem diferentes nomenclatura e relativa diferença na execução, em geral possuem semelhanças, o que confunde estudiosos (NEVES, 2011 apud. VERALDO, 2015)

Maia, Andrade e Faria (2016) afirmam que compreender as técnicas e processos construtivos dos antepassados e sua evolução tecnológica histórica são caminhos para a inovação, ou seja, partir do saber histórico existente e avançar, construindo novos conhecimentos.

FIGURA 2 – ESTRUTURA DO REFERENCIAL TEÓRICO



FONTE: A autora (2021).

Dessa maneira, a técnica de taipa de pilão terá, neste capítulo, primeiramente uma abordagem histórica mundial e brasileira, no sentido de compreender as singularidades e origens dos processos de execução (FIGURA 2), seguida da abordagem construtiva, no sentido de compreender o principal material que a compõe – o solo, bem como elucidações sobre o processo executivo vernacular e as patologias do sistema.

Em seguida, parte-se para as reflexões acerca da tecnologia apropriada, seguindo então para a abordagem contemporânea da técnica.

## 2.1 SURGIMENTO DA TÉCNICA E BREVE HISTÓRICO

A arquitetura de barro e construções com terra possui longa história. Apesar de seu desenvolvimento remontar há mais de cinco mil anos, segue vigente tal e qual como em sua origem, em diferentes regiões do mundo. A sobrevivência secular dessas técnicas se deve, sobretudo, ao fato de se ter abundância da matéria-prima, ao custo da construção, às características bioclimáticas e a sua harmonia com o ambiente em que se desenvolve, explana Faria (2011).

### 2.1.1 Histórico no Brasil

A utilização da terra como elemento construtivo no Brasil inicia-se no período colonial. Com os portugueses vieram as técnicas do adobe, taipa de sopapo ou pau-a-pique e taipa de pilão, conforme Hoffmann (2017).

Estas técnicas construtivas com terra foram adotadas desde o início da colonização em todo território brasileiro. A diversidade ambiental e cultural foram fatores importantes no seu desenvolvimento, sofrendo algumas adaptações de acordo com as regiões do Brasil onde eram aplicadas. Araújo *et. al.* (2010) explicam que nas localidades do Brasil onde a pedra era rara e de difícil extração, prevaleceu à arquitetura de terra crua sob diversas formas de construção.

Especificamente a taipa de pilão surge no Brasil pela primeira vez no Rio de Janeiro, na execução da “Casa Forte”. Como Martin Afonso ficaria apenas três meses, não seria viável executá-la com telhas de barro. Esta edificação só poderia ser feita, nesse prazo, através da taipa de pilão. (SCHIMIDT, 1949 *apud*. EIJK, 2006).

Após estabelecidos os núcleos de colonização portugueses, para resguardar a posse das primeiras terras tomadas, surgiram também construções em taipa de pilão para fins militares. Em Salvador, havia muros grossos de taipa de pilão para proteger as casas dos rivais europeus e povos indígenas. A taipa de pilão também foi utilizada pelos jesuítas para erguer suas primeiras construções para catequização dos indígenas, explica Eijk (2006).

Em São Paulo, a taipa de pilão esteve presente, além de nas casas bandeiristas, em numerosas fazendas com suas senzalas da época do café.

Campinas, principal centro produtor de café do país, além das senzalas executadas, está situada a famosa Igreja Matriz, Catedral Nossa Senhora da Conceição de Campinas, uma das maiores edificações em taipa de pilão do Brasil.

Os negros também influenciaram na forma de execução dessas construções, já que conheciam processos construtivos com a terra. Empregavam estruturas de madeira preenchidas com barro como reforço, apresentando dessa maneira similaridades com as técnicas da taipa de sopapo ou de mão - execução mais rústicas e mais próximas das atuais técnicas utilizadas em comunidades mais pobres no Brasil, mais conhecidas como pau a pique (ARAÚJO *et. al.*, 2010).

### **2.1.2 Desaparecimento no Brasil**

São Paulo, considerada por vários historiadores como uma cidade construída em taipa de pilão – sobretudo até o período do ciclo do café, também foi a cidade que mais demoliu seu patrimônio em taipa.

Eijk (2006) explana que a transformação rápida da cidade em um núcleo urbano foi causada sobretudo pela grande imigração oriundas de países europeus, a partir de meados do século XIX. Chega então, juntamente com eles, a arquitetura de tijolo, que acabava com as técnicas construtivas com terra crua que haviam dominado a cidade desde a sua fundação.

Os sinais do passado provinciano foram profundamente transformados. Além da demolição da taipa, a elite cafeeira que impôs a reconstrução da cidade com tijolos, extingue a até então nova profissão de taieiro.

### **2.1.3 O *devoir* do século XX – tentativas de reinserção da taipa de pilão**

Com a reconstrução do Pós 1ª Guerra na Europa, Taveira (2002) relata a respeito do redescobrimto dos procedimentos construtivos com terra, nesse período. Na França, três estudantes formam o *CRATerre* (Centro de Pesquisa e Aplicação da Terra), no fim dos anos 70, que propõe um programa universitário, com o diploma de mestre em arquitetura de terra para os estudantes.

Tal programa tem sido aplicados no mundo todo, resultando naturalmente em novas construções com terra. No Brasil, foi implantado pela ABCTerra, em 1997.

No mesmo período de surgimento do *CRATerre* na França, numa realidade brasileira de indefinições políticas do setor habitacional e grande *déficit* habitacional, Taveira (2002) destaca o surgimento de um grupo de arquitetos baianos, com o objetivo de criação de habitações em grande escala e baixo custo - o CEPED - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento.

Em 1980 esse projeto construiu 42 casas em taipa de pilão estabilizada com cimento, em Nanduba-SP. Contudo, a realização do grupo enfrentou forte preconceito contra o sistema construtivo, que segundo o mesmo autor foi promovido pelo governo brasileiro, através de uma campanha nacional, que iniciou na década de 60, associando a técnica à doença de Chagas.

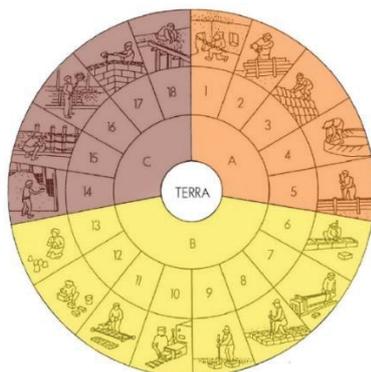
Essa campanha, explica Taveira (2002), tinha o objetivo de servir à indústria do cimento, já que se iniciava no Brasil a política habitacional para construção em massa de casas populares financiadas pelo BNH – Banco Nacional da Habitação.

Dessa maneira popularizou-se a associação da proliferação do inseto barbeiro com as casas construídas com terra, apesar de se saber que o inseto vive em pequenas cavidades de qualquer tipo de material, não necessariamente de terra, com condições favoráveis de umidade, temperatura e luminosidade.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA: SOLO, PROCESSO CONSTRUTIVO E PATOLOGIAS

As técnicas de construção que utilizam a terra crua como matéria-prima são divididas em três grupos, organizados em forma de mandala por Houben e Guillaud (1989) e traduzida e reestruturada por Fernandes (2006). Conforme FIGURA 3, em marrom o grupo das estruturas de terra, como enchimento ou proteção de uma estrutura de suporte, em amarelo o grupo da utilização da terra sob a forma de alvenaria e o último em laranja, a utilização da terra sob a forma monolítica e portante.

FIGURA 3 – MANDALA DE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS COM TERRA



FONTE: Adaptado (FERNANDES, 2006).

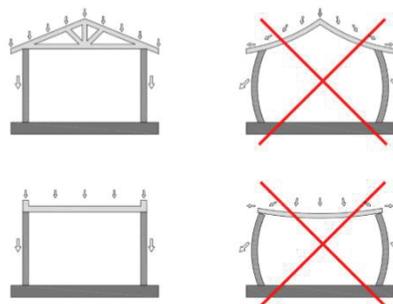
O grupo em laranja, de construção monolítica é composto por cinco técnicas em que a terra utilizada é retirada ou readaptada no próprio local de construção, também denominada “elevação *in situ*”, conforme Santana, Amaral e Figueredo (2016).

Os autores explicam que se trata da compactação de terra úmida em cofragens (moldes) de madeira e possuem propensão à criação de paredes com carácter mais escultural. São elas: terra escavada, terra plástica, terra empilhada, terra modelada e terra prensada (taipa). Essa pesquisa concentra-se apenas nessa última técnica, de terra prensada - a taipa de pilão.

Segundo Maia (2016), exemplares de edificações construídas com essa técnica são encontrados em todo o mundo. Por isso, possui várias denominações: no Brasil e em Portugal chamada de taipa de pilão ou simplesmente taipa; nos países de língua espanhola é chamada de *tapial*; *pisé* ou *terre pisé* na França e *rammed earth* em países de língua inglesa.

Segundo Eijk (2006) a taipa de pilão é considerada uma estrutura autoportante, compondo um conjunto monolítico. Trata-se de um elemento estrutural moldado *in loco*, com alta resistência à compressão e baixa resistência à tração. Portanto, é importante prever soluções quando o caminho das forças, evitando momentos de torção, de flexão ou esforços de cisalhamento na parede. É recomendado que a resultante das forças nas paredes seja sempre perpendicular à superfície resistente, evitando que recebam cargas horizontais, de acordo com FIGURA 4. (HOFFMANN, MINTO E HEISE 2011)

FIGURA 4 – TRANSMISSÃO DE CARGAS NAS ESTRUTURAS

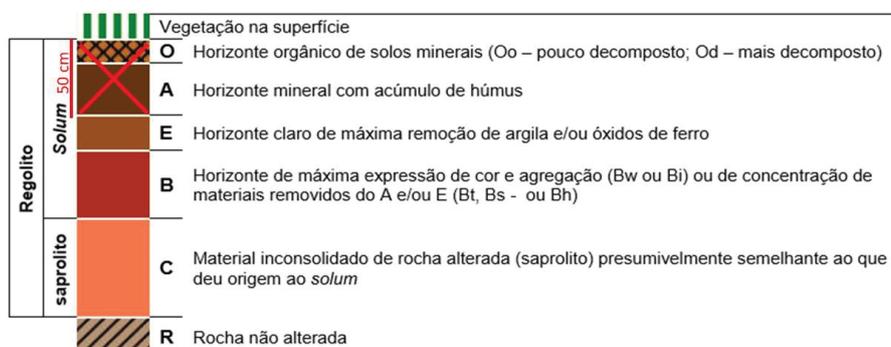


FONTE: Hoffmann, Minto e Heise (2011).

### 2.2.1 Composição dos solos para fins de construção, estabilizantes e aglomerantes

O principal material utilizado na técnica de taipa de pilão - o solo, cobre boa parte da superfície dos continentes. De acordo com Maia (2016) é o produto da decomposição das rochas da crosta terrestre, por meio da pulverização de rochas provocadas pelo movimento glacial, da água e do vento, pela expansão e contração térmica de rochas ou pela expansão das águas congeladas em fendas nas rochas. (MINKE *et al.*, 2001 p.23 *apud.* MAIA, 2016)

FIGURA 5 – PRINCIPAIS HORIZONTES DO SOLO



FONTE: Adaptado (FARIA, 2011).

Os horizontes principais, representados na FIGURA 5, são camadas distintas que compõem um solo completo e desenvolvido. Suas espessuras podem apresentar grande variação de um solo para outro.

Para fins de construção, os horizontes O e A mostram-se inadequados, por possuírem muito material orgânico, enquanto os horizontes E e B mostram-se adequados, (FARIA, 2011).

Lepsch (2013) explica que, uma vez que o horizonte O é superficial, composto de folhas e galhos, que a profundidade do horizonte A é de 20 a 30 cm e que nem todos os solos possuem o horizonte E – já que é resultado da erosão do horizonte B. Dessa maneira, recomenda-se que a extração, para fins construtivos, seja a uma profundidade de 50 cm, garantindo que os materiais orgânicos não sejam incluídos, conforme Dabaieh e Sakr (2015).

Faria (2011) aponta que qualquer solo, com exceção dos altamente orgânicos ou com presença predominante de argilas expansivas, pode ser utilizado como material de construção. Porém, é importante que se saiba que há limitações ao uso de determinados solos. Por exemplo, as terras muito argilosas, são difíceis de serem compactadas e misturadas, graças à retração elevada, resultando em superfícies mal-acabadas.

Os solos mais indicados para a taipa de pilão, explicam Achcar (2016) e CRATerre (2021), são os arenosos, com pouca quantidade de silte e matéria orgânica, com proporção ideal de aproximadamente 70% de areia e 30% de argila. Sempre que possível, deve-se usar o solo local na taipa, para que se possa ter o mesmo material para futuras manutenções e/ou ampliações e restauros.

#### *2.2.1.1 Ensaios e correção granulométrica*

Quando o solo não é adequado granulometricamente para fins construtivos, recomenda-se sua correção granulométrica (mistura com outro solo, de textura diferente) ou a utilização de algum agente estabilizante (PINTO, 2016).

As principais características físicas da terra, a serem verificadas através de ensaios em laboratório para seu uso na taipa, de acordo com Faria (2011), são: distribuição granulométrica, índices de plasticidade e curva de compactação.

O autor explica que tais índices indicam a necessidade ou não de correção granulométrica, ajudam a decidir sobre o uso de aglomerante apropriado e determinam a umidade de compactação. Adicionam ainda Neves *et. al.* (2010) que

esses ensaios são normatizados e comumente feitos em laboratórios de pedologia ou mecânica de solos.

Depois da análise do solo disponível, a primeira consideração a se fazer é se há necessidade de sua correção, ou seja, em casos de solos não arenosos: ou misturar com outro tipo de solo mais arenosos, ou corrigir a distribuição granulométrica acrescentando areia pura, orienta Faria (2011).

Após analisar a viabilidade de correção da terra, avalia-se a necessidade do uso de aglomerantes ou de outro material para ajudar na estabilização. O intuito é sempre adicionar um produto que melhore a sua resistência e durabilidade. Importante, entretanto, destacar que para a taipa, o maior responsável pela estabilização da terra é a energia de compactação, (HOFFMANN, 2002).

#### *2.2.1.2 Estabilização e Estabilizantes*

Orui (2015) explica que estabilizar a terra é compreender o teor das partículas minerais e suas características, uma vez que já se conhece a distribuição granulométrica, os índices de plasticidade e a curva de compactação da terra a ser usada, através dos testes.

A estabilização de solos consiste em executar alteração das características dos solos, de maneira a melhorar o seu comportamento mecânico ou físico, explicam os autores Torgal, Eires e Jalali (2009).

Conforme os autores, os métodos para a estabilização de solos para a construção em terra são:

- Estabilização mecânica - quando procura-se melhorar as características dos solos através de uma melhor arrumação das suas partículas sólidas;
- Estabilização química - quando as características dos solos são modificadas através de aditivos, como cal ou cimento ou outros aditivos;
- Estabilização física – adicionado por Orui (2015) - quando há alteração da terra através da mistura controlada de partículas de diferentes composições granulométricas, ou seja, denominado pela engenharia como “empacotamento”.

Dessa maneira, denomina-se solo-cimento a terra estabilizada pela adição de cimento, solo-cal a terra estabilizada pela adição de cal, terra-palha o produto da terra estabilizada com adição de até 100% de fibras vegetais e terra crua (ou barro) a estabilizada apenas com adição de argila ou areia e cuja adição de fibras vegetais não ultrapasse 50%, delimita Orui (2015).

Na Austrália, as taipas contemporâneas chamadas TEC (terra estabilizada compacta), são estabilizadas principalmente com cimento, que por sua vez difere da técnica tradicional de taipa de pilão que utiliza somente a terra, tendo a argila como aglomerante natural ou, pontualmente, a cal, explicam Rocha e Oliveira (2016).

Segundo os autores, essa estabilização da taipa de pilão com cimento possibilita aplicação em ambientes externos sem a necessidade de beirais, assim como elimina a necessidade de rebocar ou revestir a parede.

Maia (2016) aponta que a resistência mecânica à água também aumenta, graças à ligação física que se cria entre as areias. Portanto, solos com teores de argila maiores que 20% não são recomendados para essa estabilização. Minke (2001) aponta que quanto maior a porcentagem de argila no solo, maior será a quantidade necessária de cimento para produzir o mesmo efeito de estabilização.

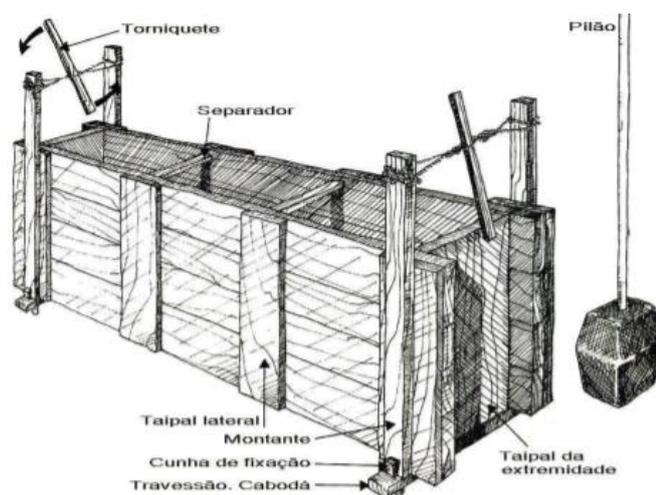
As quantidades são: para o cimento de 5% a 15% de cimento, com garantia de esforços estruturais e capacidade de suportar cargas em compressão; com relação a umidade: 10% de umidade na mistura é o ideal para se garantir a resistência à compressão de 2,5 a 5 MPa, o suficiente para utilizar a TEC como alvenaria de vedação, de acordo com Rocha e Oliveira (2016).

### **2.2.2 Processo executivo tradicional – o construir vernacular**

O processo de execução da técnica se inicia peneirando determinada quantidade de solo, em seguida secando e misturando, em casos pontuais, com o aglomerante. Acrescenta-se água à mistura até se atingir o ponto ótimo de umidade, colocando a massa resultante dentro de um taipal (fôrma reforçada de madeira ou metal).

O taipal é formado por duas pranchas de tábuas presas por montantes, espaçadas por separadores e travessas que definem a largura da parede. As cunhas em baixo e por torniquetes em cima fixam o conjunto, (FIGURA 6). As extremidades são fechadas por tábuas laterais. Essa fiada é montada apoiando as travessas no topo da fundação e deve estar aprumada e nivelada, conforme explica Oliveira (2012).

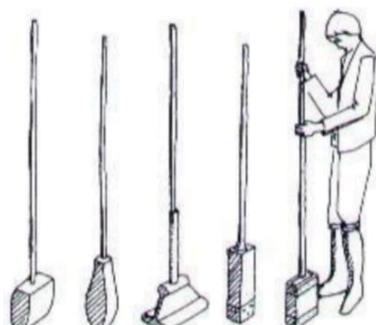
FIGURA 6 – TAIPAL E PILÃO



FONTE: Oliveira (2012).

O transporte da terra até o taipal é feito de maneira manual, com carrinho de mão e baldes, até completar a altura de aproximadamente 15 cm (JOAQUIM, 2015). Em seguida essa camada de terra é comprimida por golpes feitos por um pilão manual: trata-se de um bloco feito de material pesado e resistente, conectado a um cabo também resistente, conforme pode se observar na FIGURA 7.

FIGURA 7 – PILÕES MANUAIS



FONTE: Minke (2001).

O apiloamento é feito primeiramente nos cantos e em seguida no centro. O processo é finalizado ao escutar um som metálico produzido pela batida do pilão na terra. A terra apiloada resultante possui cerca de metade da altura – de 7 a 8 cm, descreve Peixoto (2011).

Em seguida, para a próxima camada, são feitas ranhuras no topo da camada pilada, de forma a melhorar a aderência entre elas. Esse processo é repetido até preencher todo o taipal, sendo que cada fiada se prolonga por toda a extensão da parede. Ao subir, a fôrma se apoia em paus transversais, denominados “agulha” ou “montante”. (PEIXOTO, 2011).

No que tange aos esforços dos trabalhadores, segundo Joaquim (2015) trata-se de uma atividade moderada a atividade de encher os taipais, porém que se torna pesada por ser repetitiva. Já o trabalho de socar as camadas de terra é bastante pesado, uma vez que se apiloa de camada por camada, até atingir o pé-direito total da parede.

Para as aberturas para janelas, Oliveira (2012) explica que não existe cintamento das paredes no modo vernacular: a estrutura do telhado se apoia em vigas de madeira e estas se apoiam sobre o topo das paredes autoportantes, transferindo homogeneamente a carga do telhado. Por sua vez, os marcos de madeira das esquadrias são robustos e resistentes para suportar as cargas da alvenaria, fazendo as funções de verga, contraverga e montante.

Com relação as instalações hidráulicas e elétricas, as paredes de taipa de pilão executadas do modo vernacular não comportam canos hidráulicos e corrugados elétricos embutidos, sendo feitas de modo aparente.

Por fim, para revestimento, segundo Vasconcellos (1979) as paredes externas são, no geral, revestidas por argamassa de barro ou reboco de cal e areia. Pontualmente, argamassa-se o barro com estrutura de curral, para maior consistência e para proporcionar melhor ligação entre o maciço de barro e o revestimento de cal e areia.

### 2.2.3. Patologias e fragilidades

De acordo com França *et. al.* (2011), a patologia das edificações é a ciência formada por um conjunto de teorias que explicam o mecanismo e a causa da ocorrência de uma determinada manifestação patológica. Essas podem ser adquiridas durante a execução da obra (aplicação inadequada de materiais ou métodos construtivos), durante a concepção do projeto ou ainda ao longo da vida útil da edificação.

Assim, as patologias relacionadas a construções de terra serão apresentadas de acordo com a sua origem e correlacionando com os elementos construtivos afetados. Segue de forma global, portanto, a divisão proposta por Maniatidis e Walker (2003), ou seja, as patologias estruturais e as patologias de revestimento de superfície. É adicionada ainda as patologias oriundas de erros de execução, como terceiro grande grupo de patologias.

Importante ainda frisar que garantir a salubridade das edificações em taipa, ao longo de sua vida útil, Maniatidis e Walker (2003), enfatizam a necessidade de se efetuarem verificações periódicas na edificação, detectando as patologias e evitando a sua progressão e agravamento.

#### 2.2.3.1. Patologia de revestimento de superfície (não-estrutural)

Hoffmann (2017) explica que a grande parte das patologias nos monumentos de terra no Brasil são causadas pela ação da água. Trata-se de uma técnica construtiva bastante permeável, sobretudo as paredes que estão mais suscetíveis às águas pluviais, de instalações hidráulicas e provenientes do solo (PISANI, 2004).

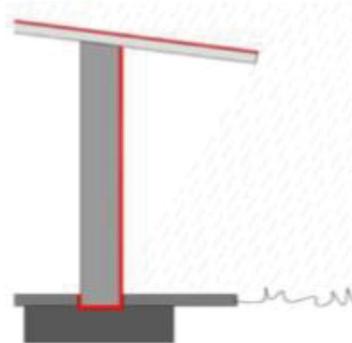
Para tanto, as patologias de revestimento de superfície relacionadas a presença de água e umidade são:

- Focos de umidade em áreas suscetíveis as águas pluviais;
- Aspecto de escoamento das águas pluviais;
- Erosão da superfície por ação do vento e da chuva (chuva de vento);
- Infiltração de águas pluviais pela cobertura;
- Eflorescência superficial.

Com relação aos focos de umidade em áreas suscetíveis as águas pluviais, para sanar esse problema é necessária a proteção dos elementos construtivos, como beirais por exemplo, ou com detalhes arquitetônicos ou com materiais e camadas impermeáveis.

Corroborando isso, Hoffmann, Minto e Heise (2011) orientam sobre a importância de serem previstos elementos construtivos que protejam os topos das paredes, como beirais ou pingadeiras. Caso a região apresente alto índice pluviométrico, é indispensável aplicar hidrofugante para proteger a superfície da parede. Calçadas em torno das paredes, bem como drenos também são indicados como medidas hidráulicas protetivas, orientam os mesmos autores (FIGURA 8).

FIGURA 8 – ESQUEMA DE PROTEÇÃO CONTRA A ÁGUA PLUVIAL – BEIRAIS E HIDROFUGANTE



FONTE: Hoffmann, Minto e Heise (2011).

Quando não se considera os beirais no projeto da cobertura, para proteção das paredes da água da chuva, pode ocorrer tanto o desgaste da superfície quanto o surgimento e proliferação de microrganismos.

Outra patologia causada pela presença de água nas paredes de taipa, e possível de ser evitada pela presença de beiral, é a erosão - resultado da combinação da ação do vento com a chuva - as conhecidas chuvas de vento. Para evitar esse transporte de partículas, de modo corretivo, Pinto (2018) orienta a importância de se retirar a água acumulada por secagem e na sequência aplicar argamassa a base de terra no local, evitando que a erosão aumente.

Importante ainda mencionar as infiltrações de água pluvial pela cobertura. Brito (2004) explana que as duas principais causas desta entrada são o entupimento dos sistemas de drenagem de águas pluviais da cobertura ou a degradação da própria cobertura. O autor indica como solução protetiva a limpeza do sistema de drenagem de águas pluviais periodicamente.

Por conseguinte, a eflorescência ocorre quando há o transporte de sais solúveis oriundos, no caso das edificações urbanas, da contaminação com sulfatos, graças a poluição ambiental do ar, de acordo com Brito (2004). Essa cristalização ocorre na superfície da parede, quando as argamassas são permeáveis ao vapor de água.

Outra natureza de eflorescência pode ser observada em paredes estabilizadas com cimento, conforme estudo conduzido por Veraldo, Yuba e Milani (2015), no qual observou-se eflorescências esbranquiçadas em áreas da parede que ficaram expostas à ação de chuva intensa, possivelmente oriundas do carbonato de cálcio. Desse modo, orienta-se aplicação de hidrofugante (HOFFMANN, MINTO E HEISE, 2011).

Partindo para as patologias que possuem a origem relacionadas as movimentações higrotérmicas, segundo Veraldo, Yuba e Milani (2015) as causas mais comuns de trincas e fissuras em paredes de taipa estabilizadas com cimento são, além das deformações da fundação e movimentações das fôrmas já citadas, em consonância com a literatura:

- Retração do material;
- Movimentações higroscópicas (quando o volume altera pela variação do teor de umidade);
- Movimentações térmicas.

Sabe-se que a taipa de pilão é um material que permite a troca de umidade com o meio (NEVES, 2011). Porém, quando há mudança da umidade relativa do ar, em curto espaço de tempo, há a retração do material - quando a umidade diminui, e movimentações higroscópicas - quando a umidade aumenta.

Para evitar as fissuras causadas pela retração do material e pelas movimentações higroscópicas, de acordo com o estudo conduzido pelo CEPED

(1984), orienta-se que as paredes sejam executadas de forma modular e que a distância máxima entre guias seja 2,50 a 3,50m, dependendo do teor de areia do solo.

Por conseguinte, sabe-se que a taipa de pilão possui baixo coeficiente de condutibilidade térmica (LOURENÇO, 2002), o que garante conforto térmico no interior da edificação, conforme estudo conduzido na região de Amesbury-Inglaterra, por Maniatidis & Walker (2003). Porém, as abruptas diferenças de temperatura podem causar fissuração por movimentações térmicas.

Pinto (2018) orienta como medida corretiva de tais fissurações, após terem sua causa detectada e corrigida, deve-se preencher as fissuras com uma argamassa à base de terra.

### *2.2.3.2. Patologia estruturais*

Introduzindo as patologias relacionadas a estrutura das paredes, Ary e Orui (2016) explicam que a origem de fissuras em paredes de taipa é, normalmente, oriunda do mau funcionamento mecânicos das zonas de concentrações de tensões. No Brasil, as autoras enfatizam que a manifestação patológica mais comum relacionada às fundações é a umidade por ascensão capilar.

Essa patologia tem como origem a presença de água e umidade nas paredes. A ação da água provoca a perda da coesão do material (terra compactada), levando a sua rápida degradação, conforme Torgal e Jalali (2009).

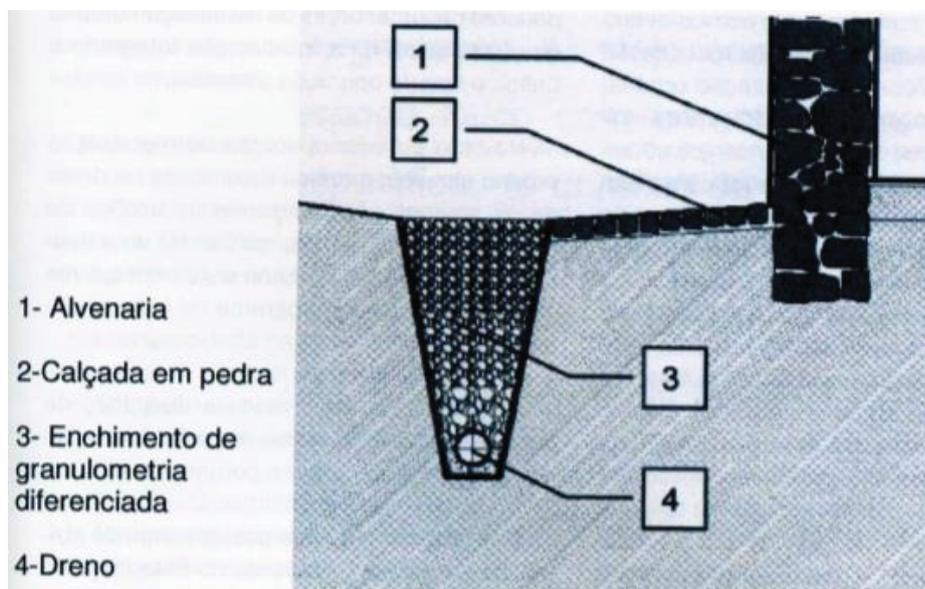
Pinto (2018) não aconselha a utilização de produtos hidrófugos por injeção, já que estes não garantem uma estanqueidade absoluta. Pinto (2018) e Ary e Orui (2016) orientam que para solucionar esta manifestação patológica deve-se evitar o contato direto da base da parede com o solo, iniciando a parede sobre uma base de pedra, tijolo e/ou concreto.

Pinto (2018) complementa orientando colocar uma barreira estanque imediatamente acima da fundação, impedindo a subida das umidades ascensionais, como por exemplo pinturas betuminosas, faixas de polietileno ou manta asfáltica.

É possível também colocar um dreno em volta da construção, evitando o contato da água com a fundação, demonstram os autores Torgal e Jalali (2009) na

FIGURA 9. Para um pleno funcionamento do dreno, é importante verificar o escoamento das águas da cobertura.

FIGURA 9 – VALA PARA DRENO



FONTE: Torgal e Jalali (2009)

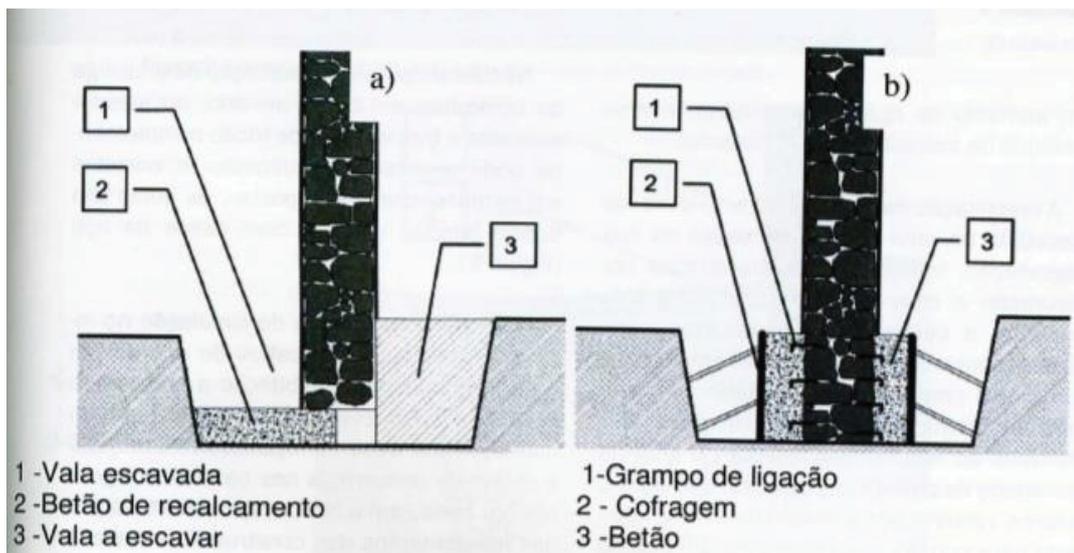
Como solução corretiva, Brito (2004) indica retirar a umidade do terreno nas zonas próximas da fundação, utilizando valas drenantes exteriores periféricas ao edifício ou impermeabilizando a própria fundação com produtos hidrófugos ou à base de resinas.

Com relação as patologias estruturais que não possuem sua origem na presença de água e umidade, Torgal e Jalali (2009) corroboram Ary e Orui (2016), enfatizando que as principais patologias de origem estrutural na taipa de pilão incidem ou no mal funcionamento das fundações (recalque das fundações), ou quando há zonas de concentração de tensões, com situações de colapso ou degradação mecânica (abertura de vãos para esquadria sem estruturação, esmagamento das paredes pelo peso da cobertura ou falta de resiliência sísmica).

O recalque da estrutura comumente é observado em monumentos históricos em taipa de pilão, no qual o assentamento da parede cede e repercute em fissuramento ao longo da parede e, em casos extremos, na fendilhação (TORGAL E JALALI, 2009).

Para evitar tal patologia, orienta-se executar fundação e viga baldrame reforçadas. De forma corretiva, conforme os autores, invariavelmente a reabilitação da fundação ou recalçamento (item 'a' da FIGURA 10) ou aumento de sua seção (item 'b' da FIGURA 10). Essas medidas contribuem tanto para o aumento da rigidez da estrutura, como para a melhoria da estabilidade mecânica.

FIGURA 10 – REABILITAÇÃO DAS FUNDAÇÕES



FONTE: Torgal e Jalali (2009).

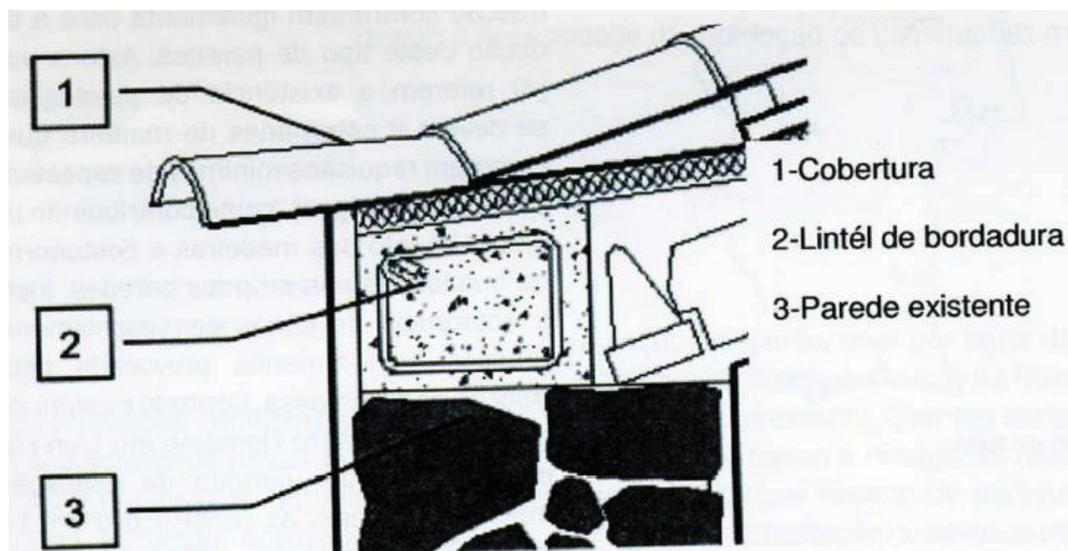
Já com relação às fissurações oriundas da falta de estruturação das aberturas não travadas das esquadrias, Ary e Orui (2016) explicam que as fissuras surgem por falta de um elemento rígido, particularmente nas aberturas, portas e janelas.

Uma das formas para solucionar essa manifestação patológica é reforçar a estrutura dos vãos com vergas e contravergas de madeira ou pedra.

De forma corretiva, Torgal e Jalali (2009) destacam a importância de se detectar a concentração das tensões, corrigi-las ou reforçá-las e, na sequência, preencher as fissuras com argamassa a base de terra.

Por conseguinte, em se tratando do esmagamento das paredes, causado pelas tensões concentradas no apoio das vigas da cobertura - Torgal e Jalali (2009) orientam que, para solucionar essa manifestação patológica, é necessário apoiar o telhado sobre vigas de madeira ou concreto apoiada na parede (FIGURA 11).

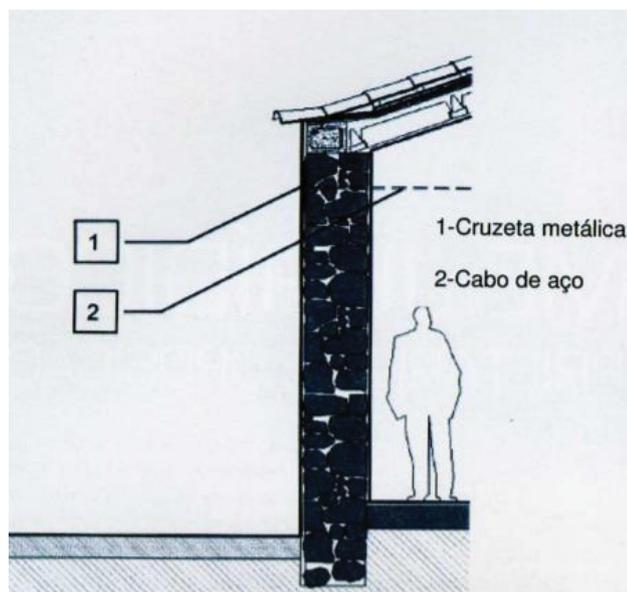
FIGURA 11 – REFORÇOS HORIZONTAIS PARA EVITAR O ESMAGAMENTO PROVOCADO POR TENSÕES CONCENTRADAS



FONTE: Torgal e Jalali (2009).

De forma corretiva, os autores orientam executar uma cruzeta em paredes exteriores opostas, ligadas em si com cabos de aço (FIGURA 12).

FIGURA 12 – REFORÇO COM CABOS DE AÇO



FONTE: Torgal e Jalali (2009).

Por conseguinte, sabe-se que a parede de taipa de pilão possui baixa resistência a tração, consequentemente a não resiliência a sismos. Brito explica que a ação dos sismos provoca, na parede, zonas de elevados esforços de corte, dando origem a um trincamento cruzado e inclinado a aproximadamente a 45°.

Como ação preventiva, Oliveira *et. al.* (2010) comentam que as estabilizações químicas com cimento e cal contribuem para aumento na sua resistência a tração. Contudo, orientam a introdução de elementos que funcionem como reforço à tração, como a madeira ou bambu por exemplo (FIGURA 13).

FIGURA 13 – REFORÇO COM BAMBU E MADEIRA



FONTE: Oliveira *et. al.* (2010).

Para locais com riscos sísmicos, como ação corretiva, Brito (2004) orienta a executar reforços através do cintamento do edifício com elementos metálicos (FIGURA 14), aumentando dessa maneira a rigidez do edifício.

FIGURA 14 – REFORÇO ANTISSÍSMICO



FONTE: Brito (2004).

### 2.2.3.3. Erros de execução

A chave para a boa produtividade das paredes em taipa está na eficiência do sistema de fôrmas, apesar de estar ainda em frequente adaptação das fôrmas originalmente utilizadas em concreto (WALKER, KEABLE e MANIATIDIS, 2005).

Barreto, Yuba e Latosinski (2016) concluem em sua pesquisa que quando as fôrmas não são eficientes, acarretam prejuízos de materiais e mão de obra. No estudo do Canteiro Experimental da UFMS foi analisando o acabamento das paredes, observou-se que os deslocamentos das chapas aconteceram devido à vibração durante a compactação, resultando, além das trincas e fissuras, em desnivelamentos na superfície da parede (VERALDO, YUBA E MILANI, 2015).

Isso ocorreu devido a folga entre chapas de compensado e entre estrutura e chapa, que, por sua vez, são decorrentes das deformações acumuladas na estrutura metálica. Nos pontos mais graves, ocorreu desagregação da parede pronta, pela falta de compactação (VERALDO, YUBA E MILANI, 2015).

Como ação preventiva, Veraldo (2015) orienta que as fôrmas sejam reforçadas, sobretudo para atenderem a esforços laterais.

Como ação corretiva indica-se, para fissurações leves, o preenchimento superficial das mesmas com argamassa a base de terra, de acordo com Pinto (2018).

Outra patologia mapeada por Barreto, Yuba e Latosinski (2016) é a falta de prumo e ondulações verticais e horizontais, perceptíveis após a desforma da parede.

O estudo conduzido pelas autoras Lopes *et. al.* (2016) demonstra que a falta de prumo nas fôrmas acarreta em desperdício de material (foram quantificados 3,80 m<sup>3</sup>, o que equivale a uma parede compactada de 3x2,50m), desperdício de quase dois dias de trabalho e naturalmente atraso no cronograma da obra, tornando-a mais onerosa.

Como ação preventiva, Barreto, Yuba e Latosinski (2016) indicam a utilização do prumo de face posicionada no momento de posicionamento e travamento das fôrmas. Como ação corretiva, as autoras comentam que o desaprumo em paredes de taipa é de difícil correção, prejudicando inclusive a colocação de esquadrias.

Aponta-se ainda como patologia causada pelo mau desempenho das fôrmas as ondulações verticais e horizontais, provocada graças ao abaulamento das chapas

de compensado plastificado, quando submetidas ao empuxo da compactação, ou pelo deslocamento das chapas pela vibração da compactação, conforme Barreto, Yuba e Latosinski (2016).

Além desses problemas, as autoras Veraldo, Yuba e Milani (2015) demonstram em seu estudo no Canteiro Experimental da UFMS, que quando as fôrmas não são untadas, na retirada das mesmas, há arrancamento do material, já que trechos de material ficam aderidos aos moldes e são arrancados, em profundidades variadas. Apesar de superficiais, esse defeito causa um desconforto estético.

Orienta-se na Cartilha do CEPED (1985), que na montagem das fôrmas se utilize Madeirit plastificado para sua confecção, ou lubrificar as superfícies internas da fôrma com óleo lubrificante ou óleo diesel, evitando dessa maneira que haja arranchamentos pela aderência nas chapas, na desforma.

Quando a patologia se relaciona com o erro no processo de compactação, há o que se chama de desagregação entre duas camadas, explicam Veraldo, Yuba e Milani (2015).

O estudo conduzido pelas autoras no Protótipo da UFMS, logo após a desforma, pode-se observar a ocorrência de desagregação, ou seja, com material solto e de fácil remoção, no trecho de parede em que as camadas foram compactadas em dias distintos, como observa-se na FIGURA 15.

FIGURA 15 – DESAGREGAÇÃO ENTRE CAMADAS



FONTE: Veraldo, Yuba e Milani (2015).

Walker e Standards Austrália (2002) e CEPED (1984) indicam, como medida protetiva, que a camada inferior seja escarificada, produzindo ranhuras na diagonal à face da parede (profundidade e largura de cerca de 0,5cm), ser limpa e, se necessário, tratada com um agente de ligação para assegurar a resistência à flexão.

Pode-se observar variações na composição e cores da terra, nas resistências mecânicas, e no comportamento. Para avaliar essas características são necessários ensaios que indicam as soluções corretivas, delimita Pisani (2004).

Em se tratando de patologias relacionadas a seleção do solo incorreta, é importante evitar, no caso de paredes estabilizadas com cimento, conforme ABCP (1998), solos que contenham matéria orgânica, pois esta pode perturbar a hidratação do cimento e, conseqüentemente, a estabilização do solo matéria-prima.

Os solos mais arenosos demandam, quase sempre, menores quantidades de cimento do que os argilosos e siltosos. Porém, é importante a presença de pequeno teor de argila na composição do solo, para dar à mistura de solo e cimento, quando umedecida e compactada, coesão suficiente para imediata retirada das fôrmas, sem que a parede sofra danos, além de certa resistência inicial (ABCP, 1998).

As fendilhações nomeadas microfissuras são causadas pela utilização de terra muito argilosa, sem correção granulométrica por areia. Isso ocorre pois há a expansão do material, já que materiais argilosos são expansivos quando hidratados. Essa fissuração é ordenada, caracterizada por fendas verticais com espaçamentos regulares (ABCP, 1998).

Como medida preventiva, segundo Faria (2011), indica-se realizar ensaios normatizados para determinar as correções granulométricas e estabilizações químicas, feitos em laboratórios de pedologia ou mecânica de solos.

#### *2.2.3.4. Tabela síntese de patologias*

A fim de sistematizar o conhecimento, na TABELA 01, as patologias apresentadas foram agrupadas de acordo com a origem da patologia, seguida da medida preventiva e corretiva. Para as medidas corretivas inexistentes, não foram localizados autores que as indiquem.

TABELA 1 – TABELA SÍNTESE DE PATOLOGIAS – 1/2

GRUPOS	ORIGEM	PATOLOGIA	ELEMENTO CONSTRUTIVO	AÇÃO	
				PREVENTIVA	CORRETIVA
PATOLOGIAS DE REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE	PRESENÇA DE ÁGUA E UMIDADE	Focos de umidade em áreas suscetíveis as águas puviais	Face externa da parede	Prever beirais externos e calçadas em torno da parede Hoffmann, Minto e Heise (2011) e Pisani (2004)	Hidrofugante nas áreas após período de estiagem Hoffmann, Minto e Heise (2011)
		Aspecto de escoamento das águas puviais	Face externa da parede	Prever pingadeiras ou rufos Hoffmann, Minto e Heise (2011)	Limpeza da superfície escorrida e na sequência instalação de pingadeiras ou rufos Brito (2004)
		Erosão da superfície por ação do vento e da chuva (chuva de vento)	Face externa da parede	Prever beirais externos Hoffmann, Minto e Heise (2011) e Pisani (2004)	Retirar a água acumulada por secagem e na sequencia aplicar argamassa a base de terra no local Pinto (2018)
		Infiltração de águas pluvias pela cobertura	Porção superior da parede	Limpeza do sistema de drenagem pluvial (calhas) Brito (2004)	Limpeza do sistema de drenagem pluvial (calhas) Brito (2004)
		Eflorescência superficial	Superfície da parede toda	Aplicação de hidrofugante Hoffmann, Minto e Heise (2011)	
	MOVIMENTAÇÕES HIGROTÉRMICAS	Trincas e fissuras pela retração do material	Parede toda	Executar parede de forma modular (distância máxima entre guias de 2,50 a 3,50m) CEPED (1984)	Preencher as fissuras com uma argamassa à base de terra Pinto (2018)
		Trincas e fissuras pelas movimentações higroscópicas	Parede toda	Executar parede de forma modular (distância máxima entre guias de 2,50 a 3,50m) CEPED (1984)	Preencher as fissuras com uma argamassa à base de terra Pinto (2018)
		Trincas e fissuras pela movimentação térmica	Parede toda	Executar parede de forma modular (distância máxima entre guias de 2,50 a 3,50m) CEPED (1984)	Preencher as fissuras com uma argamassa à base de terra Pinto (2018)
	PATOLOGIAS ESTRUTURAIS	PRESENÇA DE ÁGUA E UMIDADE	Umidade por ascensão capilar	Fundação	Evitar o contato direto da base da parede com o solo, iniciando a parede sobre uma base de pedra, tijolo e/ou concreto. Ary e Orui (2016) Aplicar barreira estanque (pinturas betuminosas, faixas de polietileno ou manta asfáltica) Pinto (2018)
RELACIONADAS A ESTRUTURA		Recalque da fundação	Fundação e baldrame	Executar fundação e viga baldrame reforçadas Torgal e Jalali (2009)	Realizar a reabilitação da fundação ou com o recalçamento de alvenaria, ou com alargamento da fundação Torgal e Jalali (2009)
		Tensões concentradas pela falta de estruturação ou travamento dos vãos das esquadrias (trincamento próximo as aberturas das esquadrias)	Áreas próximas as aberturas das esquadrias	Reforçar a estrutura dos vãos com vergas e contravergas Ary e Orui (2016)	Após a reestruturação dos vãos, preencher as fissuras com argamassa a base de terra Torgal e Jalali (2009)
		Tensões concentradas pelo peso da cobertura - esmagamento das paredes (trincamento próximo a cobertura)	Área da parede próxima a cobertura	Apoiar o telhado sobre vigas de madeira ou concreto apoiada na parede Torgal e Jalali (2009)	Reforço com cabo de aço Torgal e Jalali (2009)
		Tensões concentradas pela falta de resiliência sísmica (trincamento cruzado)	Parede toda	Introdução de elementos que funcionem como reforço à tração Oliveira et. al. (2010)	Cintamento do edifício Brito (2004)

FONTE: A autora (2021)

TABELA 2 – TABELA SÍNTESE DE PATOLOGIAS – 2/2

GRUPOS	ORIGEM	PATOLOGIA	ELEMENTO CONSTRUTIVO	AÇÃO	
				PREVENTIVA	CORRETIVA
ERROS DE EXECUÇÃO	MAU DESEMPENHO DAS FORMAS	Trincas e fissuras pela movimentação das formas na compactação	Parede toda	Formas reforçadas para atenderem a esforços laterais Veraldo (2015)	Preencher as fissuras com uma argamassa à base de terra Pinto (2018)
		Paredes tortas (pela falta de prumo das formas)	Parede toda	Utilização do prumo de face posicionada no momento de posicionamento e travamento das fôrmas Barreto, Yuba e Latosinski (2016)	O desaprumo em paredes de taipa é de difícil correção, prejudicando inclusive a colocação de esquadrias Barreto, Yuba e Latosinski (2016)
		Ondulações verticais e horizontais (provocada pelo desencontro das chapas externas de madeirite)	Superfície da parede toda	Prever formas com grande resistência a empuxo. Barreto, Yuba e Latosinski (2016)	
		Arrancamento superficial (quando não se unta a forma)	Superfície da parede toda	Utilização de chapas de madeirite plastificadas ou lubrificar as superfícies internas com óleo diesel CEPED (1985)	
	ERRO NA COMPACTAÇÃO	Desagregação de duas camadas	Área entre camadas compactadas	Escarificar camada inferior, produzindo ranhuras na diagonal à face da parede Walker e Standards Australia (2002) e CEPED (1984)	
SELEÇÃO DO SOLO INADEQUADA		Microfissuração ordenada	Superfície da parede toda	Realizar ensaios para determinar as correções granulométricas e estabilizações químicas Faria (2011)	

FONTE: A autora (2021)

As tecnologias têm influenciado diretamente o processo de desenvolvimento mundial. Historicamente, o desenvolvimento de novas tecnologias surge da necessidade do homem de conseguir melhores condições de vida (VITORINO E MORAES, 2012).

### 2.3 DA TÉCNICA VERNACULAR A CONTEMPORANEIDADE: REFLEXÃO ACERCA DA TECNOLOGIA APROPRIADA E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Segundo seus estudos em antropologia, Abiko (2003) afirma que o homem não existiria hoje se não tivesse criado instrumentos. Desse modo, a técnica é tão antiga quanto o homem, um saber fazer tão intrínseco quanto a existência humana.

O autor admite que diferentes culturas e regiões terão diferentes tecnologias por suas características, essenciais para a formação de sua identidade cultural,

sempre com a preocupação com a melhoria das condições de vida dos indivíduos e das sociedades.

Em convergência a essa reflexão, Coelho (2006) explana a respeito da observação dos gregos em VI a. C., que definem “*Theoria*” como o conjunto de determinados fenômenos e frequência, segundo determinadas regras, ou seja, o saber que sistematiza fenômenos aparentemente mutantes, além da diversidade de situações existentes na natureza.

Abiko (2003) afirma que a Teoria é a precursora da Ciência Moderna, que surge com Galileu, em 1632 pela obra “Diálogo sobre os grandes sistemas do universo”. Dessa maneira, a própria Ciência Moderna, através do Método Científico, propicia condições para o aparecimento da tecnologia, definida como “a solução de problemas teóricos por meio de teorias, métodos e processos científicos” ou “o estudo científico dos materiais utilizados pela técnica, e dos processos de construção fabricação e organização” (COELHO, 2006).

Coelho (2006) aponta que a tecnologia tal qual a conhecemos hoje estabeleceu-se no Pós Segunda Guerra Mundial, período esse em que o impacto do homem sobre o meio ambiente atinge grandes escalas, já que se acreditava que a tecnologia poderia reverter qualquer problema causado pela degradação ambiental.

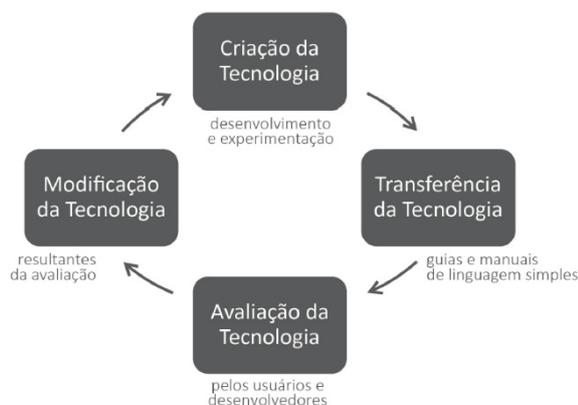
No entanto a simples transferência de tecnologia para países em desenvolvimento, como forma de solucionar seus problemas, acabou gerando-os ainda mais.

Num panorama global, em 1961, Ernest F. Schumacher, economista, introduz o termo “tecnologia apropriada” exatamente a partir de sua identificação com as obras de Gandhi na Índia, que defendeu o uso intensivo de mão de obra com a preocupação de descentralização, evitando as migrações, e colocando a tecnologia a serviço das tradições e não vice-versa (ABIKO, 1980) e mais tarde, posteriormente em seu livro *Small is Beautiful*, enfatiza quatro critérios para esta tecnologia: pequeno, simples, barato e pacífico, correlacionando a tecnologia com a fisiologia humana (SCHUMACHER, 1973).

Em 1980, Abiko (1980) traz o conceito para o Brasil, aplicando-o para a habitação popular e para a construção civil. Segundo o autor, a tecnologia apropriada

obedece ao seguinte ciclo: criação, transferência, avaliação e modificação da tecnologia (FIGURA 16).

FIGURA 16 – ETAPAS DA TECNOLOGIA APROPRIADA



FONTE: Maia, Andrade e Faria (2016).

Aplicada a construção civil, segundo Maia, Andrade e Faria (2016) os processos que utilizam tecnologia apropriada não importam do estrangeiro seus sistemas construtivos, nem buscam o retorno de técnicas arcaicas e ultrapassadas.

Ainda os mesmos autores afirmam que as tecnologias importadas trazem soluções que tornam os usuários dependentes dos desenvolvedores. Assim, logo que superada a satisfação pelo “novo”, serão importadas outras soluções, tornando cada vez maior a dependência e, conseqüentemente minimizando os esforços das pesquisas e inovações locais.

Para serem tecnologias apropriadas, as inovações técnicas e o desenvolvimento tecnológico da arquitetura e construção com terra necessitam, tanto referenciar-se da arquitetura vernácula e tradicional, quanto pesquisar e aprimorar novas formas de execução. Dessa maneira será possível equiparar-se sua eficiência aos sistemas construtivos convencionais.

Para tanto, sabe-se que a passagem do processo construtivo artesanal para o mecanizado é indispensável para trazer as técnicas tradicionais à contemporaneidade, aferindo dessa maneira segurança às técnicas de construção com terra (MAIA, ANDRADE E FARIA, 2016).

Ao propor a reutilização da técnica em novas construções, é importante evitar qualquer tipo de “saudosismo”, focando em inovação, em todos os sentidos. Propor,

dessa maneira, além de novos materiais ou materiais compósitos, desenhos que permitam explorar ao máximo o potencial da taipa (HOFFMANN, 2017).

## 2.4 TAIPA DE PILÃO CONTEMPORÂNEA: A MECANIZAÇÃO

No âmbito mundial contemporâneo, observa-se que Estados Unidos e Austrália são os países que mais possuem escritórios e construtoras especializadas em terra crua. Dentre os países que possuem normas técnicas, destacam-se os Estados Unidos, Peru e El Salvador (SIREWALL, 2020).

Na Alemanha é importante mencionar o engenheiro Gernot Minke, que desde 1970 desenvolve construções com terra na Europa, Índia, América do Sul e Central.

Na Áustria, Martin Rauch abre um novo capítulo na quase extinta taipa de pilão no continente europeu, aonde Rauch possui a maioria de suas obras executadas, com importantes inovações desenvolvidas (GATTI, 2012).

O construtor experimentou e melhorou as estabilizações da mistura, bem como as técnicas de compressão, do projeto das fôrmas e desenvolveu as técnicas adicionais de reforço (RAUCH, 2016).

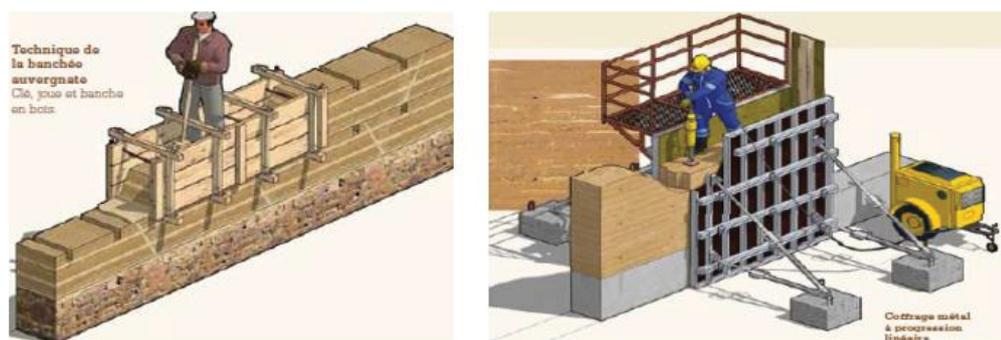
No que tange ao âmbito nacional, os desafios atuais, com relação a utilização da técnica mecanizada permeiam em diferentes níveis de escala, conforme explanado por Veraldo (2015).

Numa escala “micro” aponta-se os aspectos estéticos do acabamento (cor, textura), métodos de estabilização das paredes de vedação e soluções frente às manifestações patológicas mais comuns em paredes de taipa.

Numa escala “macro” pode ser apontadas questões envolvendo a sustentabilidade da técnica, como análises em ACV (análise do ciclo de vida) da técnica em todas as etapas do ciclo de vida da edificação, dentre outros.

A taipa mecanizada ou contemporânea apresenta um “novo modo de executar” (VERALDO, 2015), utilizando-se de novos equipamentos e ferramentas para apiloamento, apresentando novo design, com diferenças na esbeltes e na modulação das paredes e nos trazendo aspectos estéticos a técnica. (FIGURA 17).

FIGURA 17 – TAIPA DE PILÃO X TAIPA MECANIZADA



FONTE: (CLAIR; COURT, 2011 apud. VERALDO, 2015).

A mecanização de parte das etapas produtivas tem sido cada vez mais discutida, operacionalizando o processo em *prol* do aumento de qualidade e produtividade. A otimização dos sistemas e dos processos construtivos são importantes para diminuir o esforço físico dos trabalhadores e consequentemente promover a aceitação da técnica, explanam Veraldo e Yuba (2014).

#### 2.4.1 Fôrmas

As fôrmas (taipais) são elementos essenciais na produção de paredes com qualidade. Heise (2005) explica que para o seu bom desempenho, é esperado que elas sejam rígidas o suficiente para não deformarem na compactação e leves o suficiente para serem transportadas até o canteiro de obras.

Espera-se também que dimensões proporcionem rapidez e eficiência na montagem e desmontagem, possibilitando ainda diversas modulações. Pensar nas fôrmas de modo que sejam reaproveitadas para outras obras garantirá qualidade e economia no processo (NEVES, 2011).

É importante que as fôrmas sejam projetadas antes de iniciarem os trabalhos em canteiro de obras. Através dos resultados obtidos pelo estudo conduzido por Barreto, Yuba e Latosinski (2016), puderam ser identificados aspectos importantes para o projeto de fôrmas da taipa, que são:

- Leveza e compacidade: o peso de cada componente com até 25kg e 3,3m de largura;
- Durabilidade, indicando o material Metalon;
- Facilidade na montagem e desmontagem;
- Com travamentos robustos e acabamentos resistentes, que aguentem o empuxo causado pelo apiloamento.

É possível observar no cenário brasileiro o surgimento de modelos cada vez mais avançados, promovendo produtividade e eficiência nas construções. Por exemplo, as fôrmas projetadas e utilizadas por André Falleiros Heise e Márcio V. Hoffmann, sócios proprietários da empresa Taipal Construções com Terra, são de aço, com estrutura treliçada formada por perfis tipo Metalon e barras chatas (0,53 por 3,3 m), fechadas lateralmente por travessas e chapas de compensado plastificado (20mm) (FIGURA 18).

FIGURA 18 – TAIPAIS EM ESTRUTURA METÁLICA – TAIPAL



FONTE: Pinto (2016)

A estrutura treliçada criada pela empresa substitui as agulhas (barras que transpassam a fôrma de um lado para outro, que atuam sob tração, durante a compactação), passando a atuar sob compressão (FIGURA 19). As barras horizontais, por sua vez, servem como suporte para tábuas, atuando como andaime e otimizando o espaço no canteiro de obras. A fixação da estrutura na base é feita com parafusos, diretamente no *radier*, atribuindo rigidez à estrutura por rosqueamento.

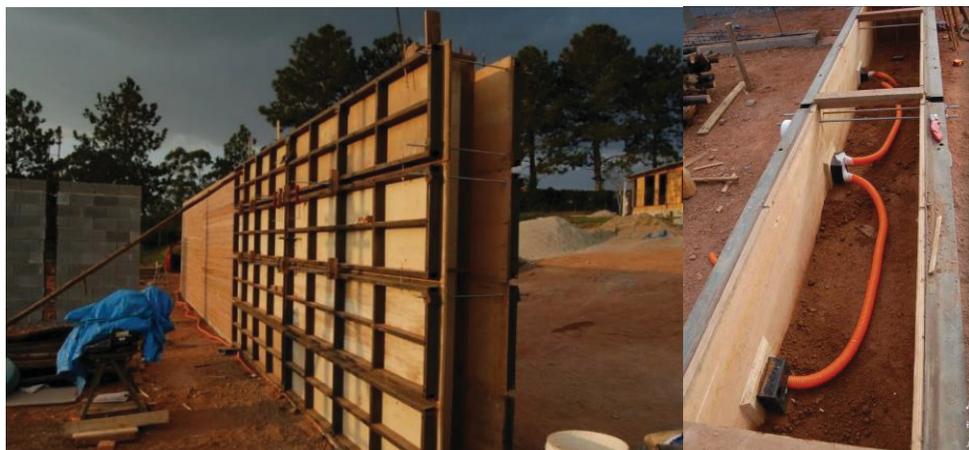
FIGURA 19 – ESQUEMA FÔRMA TAIPAL



FONTE: Barreto, Yuba e Latosinski (2016)

Já nas fôrmas desenvolvidas por Daniel Mantovani, da empresa Terra Compacta, observa-se que fôrmas metálicas, com fechamento em compensados plásticos, seguem modulação e são compatibilizadas de forma a receberem tanto as ferragens no interior da taipa, quanto as tubulações hidráulicas e elétricas (FIGURA 20).

FIGURA 20 – FÔRMAS METÁLICAS DA EMPRESA TERRA COMPACTA



FONTE: A autora (2021)

Outra experiência brasileira no desenvolvimento das fôrmas aconteceu no Canteiro Experimental da USP. Joaquim (2015) explica que as fôrmas, também com fechamento lateral em placas de madeira compensada, receberam linhas verticais de furos a cada 30 cm, por onde passavam as hastes roscadas de ferro galvanizado,

tubos de PVC e parafusos responsáveis por manter a fôrma fixa e estável (FIGURA 21).

FIGURA 21 – PROJETO DA FÔRMA CANTEIRO USP



FONTE: Joaquim (2015)

As duas placas de madeira laterais delimitam o fim das paredes a serem compactadas. Isso permitiu a construção da parede com o controle preciso das camadas coloridas de acordo com o desenho almejado no projeto.

#### 2.4.2 Trabalho do operário mecanizado

Com relação a produtividade em uma parede de taipa mecanizada, geralmente, segundo Rocha e Oliveira (2016), para a execução de uma parede com medidas de 4 m de comprimento por 3 m de altura e com espessura de 30 cm, demanda em torno de 8 horas de trabalho com quatro operários.

Segundo os mesmos autores, para isso, com o trabalho é dividido da seguinte maneira: dois operários para fazer a mistura da massa, enquanto os outros dois para a montagem das fôrmas, o que leva cerca de 30 minutos, normalmente.

Em seguida, um operário mexe a massa, outros dois colocam o material dentro das fôrmas e o último apiloa este material com o uso de um compactador pneumático.

### 2.4.3 Mistura mecanizada

Com relação a mecanização do processo de mistura da massa, Souza, Paz e Milani (2016) estabeleceram um método de mistura para o produto SCAA (solo-cimento autoadensável) em paredes monolíticas, que se mostrou eficiente e com massa homogênea. O processo é feito com betoneira estacionária, no qual mistura-se primeiramente todos os materiais finos (solo, cimento e fibras – se houver), seguida da mistura com água, até atingir a homogeneidade.

Já segundo método das TEC (Terra estabilizada compacta) na Austrália, método esse que a Empresa Terra Compacta se baseia em seu processo construtivo, para a mistura ideal utiliza-se uma mini carregadeira, que revira os materiais e garante sua uniformidade, já que, devido à baixa umidade da mistura, a betoneira ou misturador não conseguem resultado satisfatório, já que a mistura fica retida em suas paredes e palhetas. O equipamento além realizar a mistura, é capaz de colocá-la no interior das fôrmas até a 3 m de altura, explicam Rocha e Oliveira (2016).

### 2.4.4 Transporte e lançamento do solo

O transporte da massa até o taipal, antes feito com baldes, na atualidade podem ser feitos com tratores compactos tipo *Bobcats*, por esteiras com correias transportadoras (EASTON, 2015). Veraldo (2015) comenta que outros equipamentos podem complementar a produção, como o andaime sanfonado, por exemplo (FIGURA 22).

FIGURA 22 – EQUIPAMENTOS PARA TRANSPORTE DO SOLO



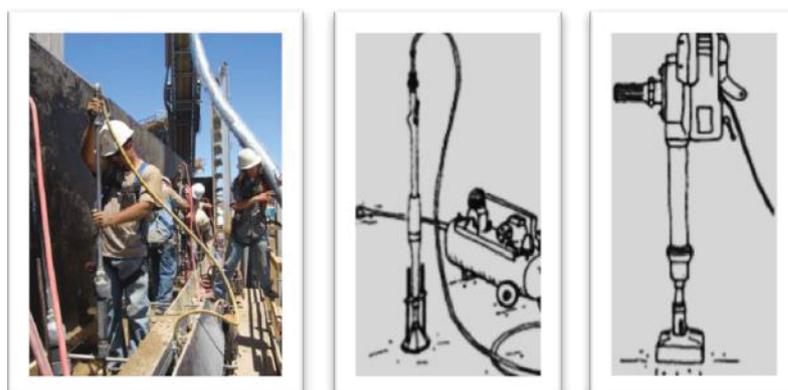
FONTE: Veraldo (2015)

### 2.4.5 Compactação mecanizada

A compactação do solo é densificação por meio de processos manuais ou de equipamentos mecânicos. Busca a redução dos índices de vazios e, conseqüentemente, o aumento de sua massa específica. Visa, portanto, a melhoria da qualidade mecânica do solo, a partir do rearranjo de suas partículas sólidas (PEIXOTO, 2011).

Os compactadores, antes manuais, dão lugar aos compactadores mecânicos ou pneumáticos (FIGURA 23). Veraldo (2015) explica que os compactadores de impacto mecânico – que usam ar comprimido para conduzir a agulha, por serem mais leves e dinâmicos que os manuais, exige menor esforço físico humano.

FIGURA 23 – COMPACTADORES PNEUMÁTICOS E MECÂNICOS



FONTE: Veraldo (2015)

Os compactadores pneumáticos ainda exigem um compressor com peso considerável, que necessitam de transporte a obra por caminhões tipo *Munch*. Veraldo (2015) comenta que os compactadores pneumáticos ideais, do tipo agulha, não são fabricados no Brasil, sendo necessário importar.

### 2.4.6 Desforma e cura

Para a desforma, Veraldo (2015) explica que primeiramente soltam-se os travamentos, com cuidado para não danificar as paredes. Orienta que o projeto das

fôrmas necessita prever um mecanismo no qual esse processo seja rápido e fácil, uma vez que serão necessárias inúmeras vezes.

A autora alerta ainda a respeito da importância de se esperar o tempo certo da cura da parede, evitando dessa maneira a pulverulência, ou seja, esfarelamento superficial e, em casos extremos, o arrancamentos (FIGURA 24), que acontece quando trechos maiores de material que ficam aderidos a fôrma e são arrancados no desforme, conforme demonstra o estudo conduzido por Veraldo, Yuba e Milani (2015).

FIGURA 24 – TRECHOS COM ARRANCAMENTOS DE UMA PAREDE DE TAIPA



FONTE: Veraldo, Yuba e Milani (2015)

Na produção, a desforma pode ser feita após uma hora, para que o próximo trecho de parede seja executado. Contudo, é importante esperar, no mínimo, 7 dias para a cura, com lonas ou algum material que proteja a parede de intempéries.

De acordo com Krayenhoff (2015), há estudos demonstrando que a taipa de pilão não estabilizada (sem cimento) pode levar até dois anos para finalizar sua retração. Já as estabilizadas com cimento levam até 28 dias.

Rocha e Oliveira (2016) por sua vez, explicam que o tempo de cura das TEC depende das quantidades de cimento na mistura e das condições climáticas locais. Em condições de temperatura elevada e umidade relativa do ar baixa, recomenda-se umedecer as paredes nos dias seguintes à desforma, para não ocorrer retrações rápidas e bruscas, o que poderá desencadear fissuras na parede.

Caso haja fissuras ou imperfeições, recomenda-se esperar a cura da parede para a devida correção. Para isso, é importante que se utilize a mesma proporção de

materiais da mistura original usada na execução, evitando assim alteração de cor ou textura na superfície corrigida. A correção é feita com uma colher de pedreiro, com o material ainda fresco, orienta Veraldo (2015).

#### 2.4.7 Instalações elétricas e hidráulicas

É possível executar as instalações elétricas e hidráulicas dentro das paredes, segundo método das paredes na Austrália – a TEC (FIGURA 25). Porém, sem possibilidade de qualquer alteração.

FIGURA 25 – TUBULAÇÃO ELÉTRICA EMBUTIDA



FONTE: Rocha e Oliveira (2016)

#### 2.5 TAIPA DE PILÃO CONTEMPORÂNEA COMO ALTERNATIVA PARA UM AMBIENTE CONSTRUÍDO MAIS SUSTENTÁVEL

Posto que a técnica possui grande potencial de reinserção, para edificações novas, com suas devidas atualizações e/ou soluções de aspectos que levam a patologias de diversas naturezas, e já expostas neste trabalho, se faz importante também mensurar as qualidades ambientais para um ambiente construído mais sustentável.

São elas: conforto térmico, demolição para sua reinserção, estudos de ACV (análise do ciclo de vida) e energia incorporada, aspecto social dos trabalhadores e a percepção física e estética dos usuários das edificações em taipa de pilão, uma vez que eles possuem poder para contribuir com a sustentabilidade e na sua significância de valor, baseando-nos próprios ambientes em que habitam.

### 2.5.1 Conforto higrotérmico

A utilização da terra como material de construção contemporâneo caracteriza-se como um sistema alternativo com relação ao convencional. Minke (2001) aponta que edificações com terra crua armazenam calor por ser um material denso. Em regiões de amplitude térmica alta, a terra equilibra a temperatura dos ambientes interiores de forma passiva, além de permitir trocas de umidade com o meio (NEVES, 2011) diminuindo consideravelmente a quantidade de energia necessária à climatização artificial, elucida Maia (2016).

Um estudo alemão feito numa habitação contemporânea, com oito anos de medição, demonstrou que a umidade relativa do ar no interior manteve-se em torno 50% durante todo o ano, com variação de 5% a 10% (MAIA, 2015). Os aspectos positivos para o homem de uma umidade relativa do ar entre 50% e 70%, segundo Minke (2001) são: ativa os mecanismos de proteção da pele contra os micróbios, bactérias e vírus; diminui o teor de poeira fina no ar, e ainda reduz odores e eletricidade estática nas superfícies dos objetos.

Segundo Giada, Caponetto e Nocera (2019) as paredes de taipa se comportam como um regulador térmico e higrométrico, que diminuem e atenuam as ondas de calor, estabilizando a umidade relativa interna mais rapidamente em comparação com edifícios de materiais convencionais, criando interiores confortáveis: frescos no verão e quentes em inverno.

Os autores explicam que isso acontece graças a uma rede porosa que, mesmo com a terra compactada, permitem os fluxos de gás e líquido, sendo caracterizado como um material maciço higroscópico, no qual há transferências de calor e massa, em forma de vapor d'água.

A terra compactada também apresenta resiliência ao gelo similar às paredes de concreto e alvenaria convencional. É o que demonstra o estudo conduzido por Rempel e Rempel (2019), que avalia o índice de danos causados pelas geadas em paredes de terra estabilizada. Porém, essa resiliência se dá graças a presença de estabilizantes químicos como o cimento, por exemplo.

### 2.5.2 Demolição – a reinserção do material

Outro aspecto impactante acerca da produção no setor de construção civil é a grande geração de entulho, sobretudo resíduos sólidos, tanto durante a execução das edificações, como na demolição das obras (NEVES, 2011).

Segundo a autora, as paredes de taipa, quando demolidas voltam quase totalmente à condição original de solo, condição essa possível em paredes que não utilizam estabilizantes químicos como cimento, cal ou betume.

### 2.5.3 ACV e Energia Incorporada

Canivell *et. al.* (2020) afirmam que, com os materiais e técnicas vernaculares, é possível reduzir significativamente a energia incorporada total da construção, bem como os impactos ambientais. Suas vantagens ambientais são: economia no transporte, já que comumente as matérias-primas são retiradas no próprio local; e nos processos de produção, uma vez que os principais componentes não passam por processos industriais de produção.

Singh, Mahapatra e Atreya (2011) apontam para uma conseqüentemente diminuição nas emissões de CO<sup>2</sup>, atribuindo ainda vantagens dos materiais vernaculares serem naturais, muitas vezes orgânicos, renováveis e biodegradáveis, com melhor adaptabilidade às condições locais e durabilidade, permitindo melhorar o desempenho ambiental da construção na abordagem *cradle-to-gate*.

Santos e Yuba (2016) conduziram um estudo de ACV comparativa entre uma parede de taipa mecanizada estabilizada com microfibras de propileno, com paredes de sistemas convencionais (blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto moldado *in loco*). O método escolhido foi o ACV-m, método de ACV simplificado voltado para o setor da construção civil.

O estudo foi delimitado entre a extração/produção das matérias-primas até a construção da parede, sem considerar dados de matérias-primas para produção do cimento, aço, e microfibras de polipropileno. O transporte foi simplificado, desconsiderando transporte da fábrica até à loja, e da loja até à obra.

A conclusão desse estudo demonstra que as paredes de taipa são menos impactantes do que outros sistemas construtivos, apresentando os menores valores de energia e emissões incorporadas (desconsiderando a microfibras de polipropileno).

Contudo são o segundo a consumir mais cimento e água. Porém, devido à importação da microfibras de polipropileno, o seu impacto pode ser muito maior do que se fosse construída com outro material. Para equalizar os impactos reais seria necessário ampliar o escopo e detalhar cada produto de forma a identificar todos os materiais importados.

#### **2.5.4 Social**

Veraldo e Yuba (2014) explicam que, como o uso da terra crua como material construtivo permite a fabricação no próprio lote com a matéria-prima local, o que conseqüentemente reduz os custos da construção (eliminando custos de alojamento e transporte dos trabalhadores e também perdas de materiais durante o percurso), a facilidade de transferência e apropriação das técnicas permite o emprego de uma mão-de-obra não qualificada, criando oportunidade de trabalho para as comunidades locais e a participação ativa dos moradores e usuários.

No que tange a percepção física e estética dos usuários das edificações em taipa de pilão, autora Guerra (2017) aplicou, em sua pesquisa, um questionário com público que visitou uma edificação construída com a técnica, que por sua vez emitiu suas percepções.

Conclui-se que a percepção das pessoas “é boa e a taipa é bem aceita pelos participantes porque os atributos percebidos na taipa são semelhantes aos das construções de suas moradias passadas ou porque a taipa apresenta novos atributos” (GUERRA,2017, p.44)

Importante apontar que apesar da técnica da taipa estar na memória de apenas 10% dos participantes, tal fato não foi razão para estranhamento, pois 97% dos participantes a consideraram bonita.

Rangel *et. al.* (2016) afirmam ainda, dentro de um cenário contemporâneo de produção de edificações com a técnica, que há uma boa aceitação da população,

contradizendo a tendência de que os países pouco industrializados repudiam as tecnologias vernaculares (LOPES E INO (2004 apud. RANGEL *et. al.* 2016).

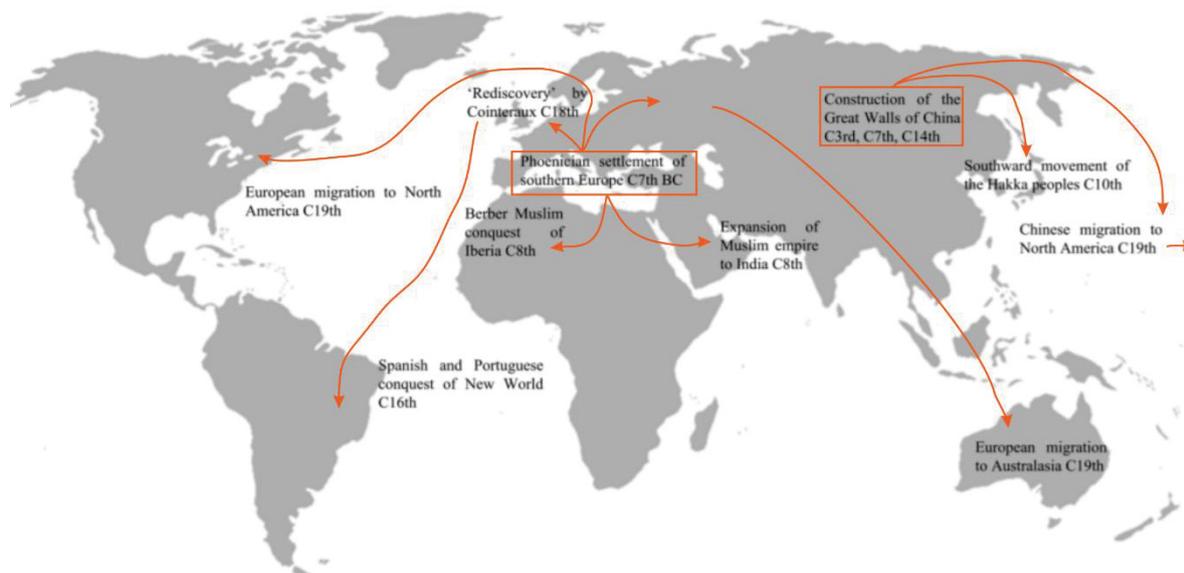
### 3 ESTADO DA ARTE – PANORAMA MUNDIAL E PANORAMA NACIONAL

#### 3.1 RSL PANORAMA MUNDIAL

A origem exata das construções de terra na humanidade não é precisa, sendo datadas de 9.000 a.C. (Minke, 2001). No Turquestão, casas de 6.000 a 8.000 a.C. e nas fundações da Assíria de 5.000 a.C.

Segundo estudo realizado por Jaquin, Augarde e Gerrard (2008), em que a possível origem da técnica de taipa é demonstrada cronologicamente, a partir da observação de monumentos históricos e demonstrada no mapa da FIGURA 26, a técnica provavelmente teve origem na China e o Mediterrâneo e, a partir daí se espalhou pelo mundo com algumas adaptações locais.

FIGURA 26 – MAPA DOS MAIORES MOVIMENTOS DAS TÉCNICAS DE TAIPA DE PILÃO E SUAS ORIGENS



FONTE: Adaptado de Jaquin, Augarde and Gerrard (2008)

Duas das escolas independentes de taipa de pilão tiveram origem na China e no Mediterrâneo, a partir da expansão da Grande Muralha da China que aconteceu junto com a migração do povo Hakka, que então partiu para o Himalaia, Mustang, Butão e costa ocidental do EUA.

A expansão do Mediterrâneo, praticada inicialmente pelos fenícios, e depois pelos cartagineses, partiu para o Norte da África e Europa logo a leste do mapa eurocêntrico, explicam os autores.

Na América do Sul, a técnica foi introduzida por imigrantes do século XVI da Espanha e Portugal. O mesmo cenário aconteceu na Austrália, na qual a técnica insere-se junto com imigrantes europeus nos séculos XVIII e XIX.

Na Europa do séc. XX, a taipa foi revivida após as guerras mundiais como uma solução para trabalho e moradia. Há um renascimento contemporâneo do interesse pela técnica, desta vez como um material de construção sustentável, conforme Jaquin, Augarde e Gerrard, (2008).

Compreendendo a importância de conhecer as diferentes formas de atualização da técnica de taipa, influenciadas por diferentes tradições e culturas ao redor do mundo, o objetivo desta revisão é examinar o estado da arte da taipa contemporânea em todo o mundo.

Pela inexistência de estudos anteriores, este é o primeiro estudo de revisão sistemática sobre o tema: o estado da arte da taipa contemporânea em todo o mundo.

### **3.1.1 Método**

De acordo com Kitchenham (2007) uma revisão sistemática é um meio de avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma determinada questão de pesquisa, área temática ou fenômeno de interesse. As revisões sistemáticas visam apresentar uma avaliação justa de um tópico de pesquisa, usando uma metodologia confiável, rigorosa e auditável.

A diretriz apresentada pelo método adotado foi derivada de três diretrizes utilizadas por pesquisadores médicos. Adaptada para refletir os problemas específicos de pesquisa em engenharia de software, o método desenvolve-se em três fases: planejamento, condução e relatos.

Ao que tange o planejamento da revisão, após ser verificada a relevância da revisão sistemática dentro do tema, verificou-se o fenômeno de interesse, de acordo com o *checklist* proposto pelo CRD:

- Quais são os objetivos da revisão? Resposta: Obter o estado da arte sobre taipa contemporânea em todo o mundo;
- Quais fontes foram pesquisadas para identificar estudos primários? Houve alguma restrição? Resposta: Os bancos de dados: Science Direct, Scopus, Web of Science e Google Scholar. No Google Scholar havia muitos resultados repetidos e fora do tópico nos testes de busca com as palavras-chave;
- Quais os critérios de inclusão/exclusão e como foram aplicados? Resposta: Essa questão foi avaliada por meio da busca das palavras-chave adequadas, durante testes realizados de junho de 2019 a novembro de 2019, buscando assim encontrar as palavras que englobassem um maior número de estudos dentro da temática, garantindo assim um maior número de inclusão;
- Quais critérios foram usados para avaliar a qualidade dos estudos primários e como eles se aplicaram? Resposta: Fator de impacto dos estudos encontrados nos testes de busca, local de publicação dos artigos e método de realização da pesquisa (de cunho científico);
- Como os dados foram extraídos dos estudos primários? Resposta: Leitura do título, resumo e finalização, na sequência.
- Como os dados foram sintetizados? Quais as diferenças entre os estudos em estudo? Como os dados foram combinados? Seria razoável combinar estudos? As conclusões derivam das evidências? Resposta: Nos testes de busca, foi detectado o potencial de combinação de estudos, mas não foi realizado nesta fase;
- Foi feita uma pesquisa completa nos bancos de dados apropriados e outras fontes potencialmente importantes exploradas? Resposta: Sim.

- A qualidade metodológica foi avaliada e os ensaios foram ponderados de acordo? Resposta: Sim e utilizado como critério de exclusão anterior, cujo método não era científico.
- Quão sensíveis são os resultados à maneira como a revisão foi feita? Resposta: A revisão da literatura passou por um período de planejamento de 1 ano, a fim de garantir que a escolha das palavras-chave e bancos de dados resultasse em um estudo sensível e o mais completo possível.
- Os resultados numéricos foram interpretados com bom senso e a devida consideração aos aspectos mais amplos do problema? Resposta: Sim quando os resultados são quantitativos.

Na sequência, iniciando a realização da revisão, seguindo as 4 etapas propostas no método, na etapa 1, o protocolo de busca foi definido pelos termos de busca e locais definindo três fontes de dados.

As palavras-chave utilizadas foram selecionadas de acordo com o objetivo determinado e o período de publicações (1990 a 2020 - últimos 30 anos), utilizando o idioma inglês na busca, portanto artigos com palavras-chave ou resumos em inglês, porém sem limitação de idioma (QUADRO 1). O resultado da pesquisa totalizou 248 artigos. Importante mencionar que não houve restrição na pesquisa para capítulos de livros.

QUADRO 1 – DEFINIÇÕES DE PESQUISA PASSO A PASSO

ETAPA 1				ETAPA 2		ETAPA 3	ETAPA 4
Idioma	Palavras-chave	Fontes de pesquisa	Nº de artigos	Exclusão	Repetidos	Exclusão	Total
INGLÊS	Rammed Earth AND (Mechanized OR Contemporary OR Modern)	Science Direct	29	20	20	18	18
		Web of Science	89	62	47	38	38
		Scopus	130	96	42	22	22
TOTAL			248	178	109	78	78
				LITERATURA CINZA			16
				TOTAL GERAL			94

FONTE: A autora (2021).

Na etapa 2, os artigos foram selecionados por título e palavra-chave, a fim de manter os artigos que estivessem dentro do tema (taipa contemporânea) e eliminar os artigos fora do tema - que tratassem da restauração de taipa, ou que tratassem com outras técnicas de construção usando terra, como taipa de mão ou adobe por exemplo - e também excluindo repetições, eliminando 139 e resultando em 109 artigos.

Em seguida, na etapa 3, foram lidos os resumos dos artigos. Nesta fase, artigos que abordassem estudos de monumentos históricos, restaurações e novas técnicas de restauração, inventários de edifícios históricos, ou que abordassem outras técnicas de terra (taipa de mão e adobe), que não haviam sido identificados na etapa 2, foram eliminados nesta etapa. Foram eliminados 31 artigos, resultando em um total de 78 artigos.

Por fim, na etapa 4, além dos 78 artigos resultantes das buscas por palavras-chave, foram adicionados os artigos na literatura cinza. Detectou-se 16 artigos, inseridos ao final da aplicação do método de Kitchenham (2007), também tabulados e resultando, portanto, em 94 artigos tabulados. A lista completa dos trabalhos tabulados encontra-se em “Referências da RSL”.

### **3.1.2 Resultados e discussão**

O presente estudo não se caracteriza como um estudo piloto, uma vez que as categorias de dados foram tabuladas previamente em outras revisões sistemáticas, em outros tópicos de enfoque. São eles: por país Borrelli e Scheer (2019), ano de publicação Amrutha e Geetha (2019) e Pizzi *et. al.* (2020), local de publicação Pizzi *et. al.* (2020) e eixo temático Oliveira, Shibao e Godinho (2016).

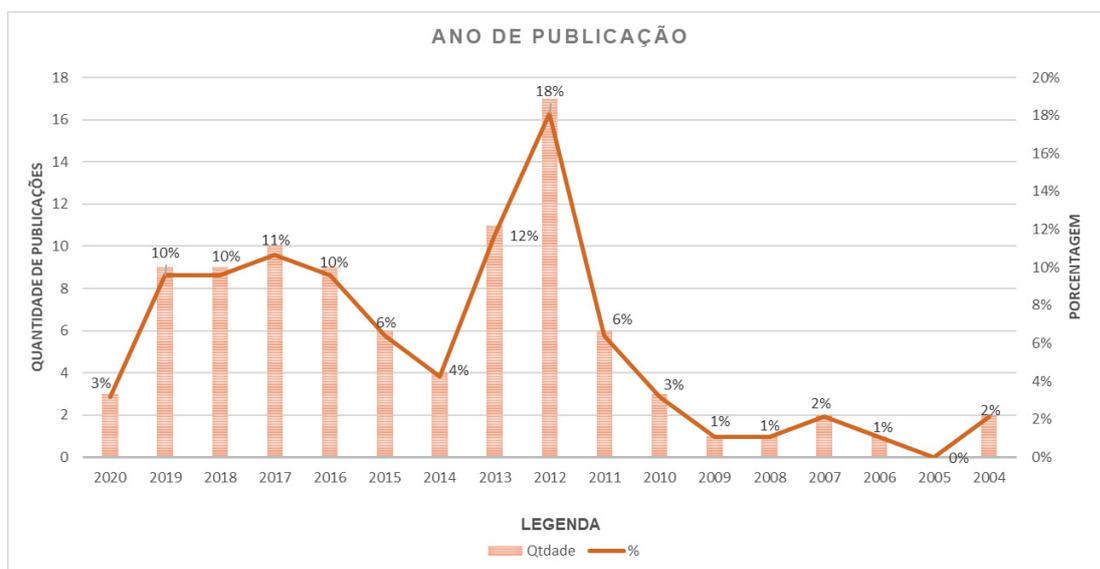
A tabulação dos resultados, segundo a estratégia de pesquisa, foi definida por ser considerado um dado importante, para a compreensão da ferramenta utilizada, para atingir os objetivos de pesquisa intrínsecos aos eixos temáticos.

#### **3.1.2.2. Ano de publicação**

Conforme Gráfico 4, que representa as publicações de acordo com o ano de publicação, observa-se que 2012 foi o ano em que mais foram publicadas pesquisas

científicas sobre taipa contemporânea. Entre os 17 artigos publicados neste ano, 14 são capítulos de livros, dos quais 9 são capítulos do livro *Modern Rammed Earth*, publicado pela *Elsevier* - Kebao e Kagi (2012), Lindsay (2012), Hall e Casey (2012), Krayenhoff (2012), Easton e Easton (2012), Hall e Swaney (2012), Wallis (2012), Lindsay (2012) e Hopfe e Hall (2012); e 5 são capítulos do livro *Rammed Earth Conservation*, publicado por *Taylor e Francis* - Osorio, Lozano e Codes (2012), Stevanović (2012), Castells e Laperal (2012), Kraus (2012) e Castilla Pascual e Nieva (2012).

GRÁFICO 4 – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS - ANO DE PUBLICAÇÃO



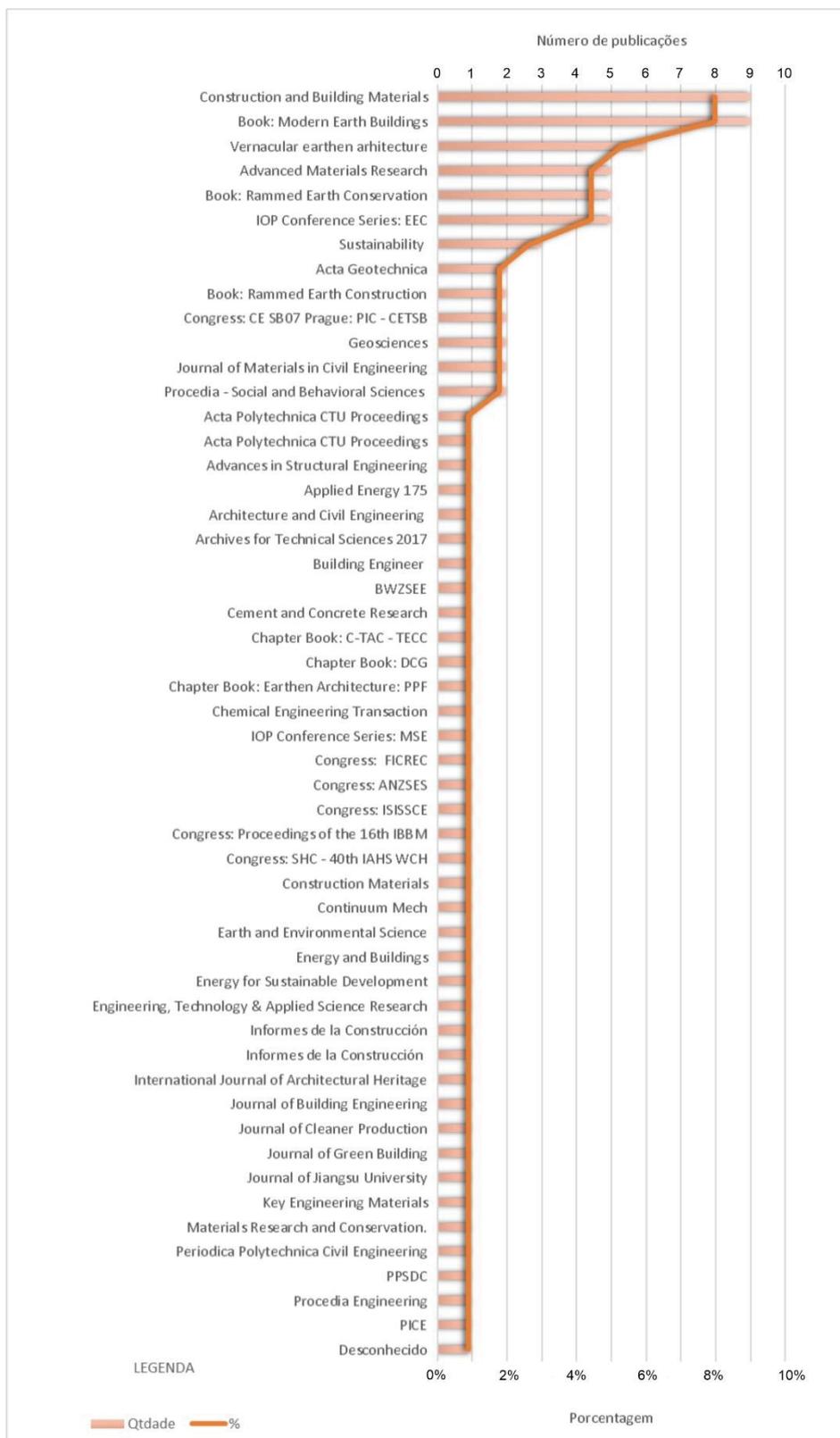
FONTE: A Autora (2021).

### 3.1.2.3. Local de publicação

A tabulação de acordo com o local de publicação intenta identificar o conjunto de revistas, jornais e os critérios mais relevantes dentro do tema.

Como mostra o GRÁFICO 5, a importância das revistas *Construction and Buildings Materials*, com 10% dos artigos, *Vernacular Earthen Architecture*, com 6% dos artigos e *Advanced Materials Research* e *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, ambas com 5%, somando 26% dos trabalhos tabulados.

GRÁFICO 5 – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS - LOCAL DE PUBLICAÇÃO



FONTE: A Autora (2021).

Com relação aos capítulos de livros, destaca-se o livro *Modern Rammed Earth*, anteriormente citado aqui, e *Rammed Earth Conservation*, totalizando juntos 15% dos artigos analisados.

Dos trabalhos publicados em anais de conferências e congressos, os mais expressivos dentro da temática são: Anais da 16th *Proceedings of the 16th International Brick and Block Masonry Conference*, em 2016 na Itália; *SHC: Sustainable Housing Construction - 40° IAHS World Congress on Housing (ITeCons)* em 2014 em Portugal *FICREC - First International Conference on Rammed Earth Construction*, em 2015 organizada pela *University of Western Australia*; *ANZSES - ANZSES - Australian and New Zealand Solar Energy Society* também na Austrália em 2004; *ISISSCE - International Symposium on Innovation & Sustainability of Structures in Civil Engineering* em 2011 na China; e *SB07 Prague: Proceedings International Conference Central Europe towards Sustainable Building*, em Praga, República Tcheca, em 2007. No entanto, os artigos em congressos não são os mais expressivos, totalizando apenas 7% dos artigos tabulados.

Como a quantidade de artigos publicados em periódicos e capítulos de livros são vastos, os artigos foram ainda classificados de acordo com a editora.

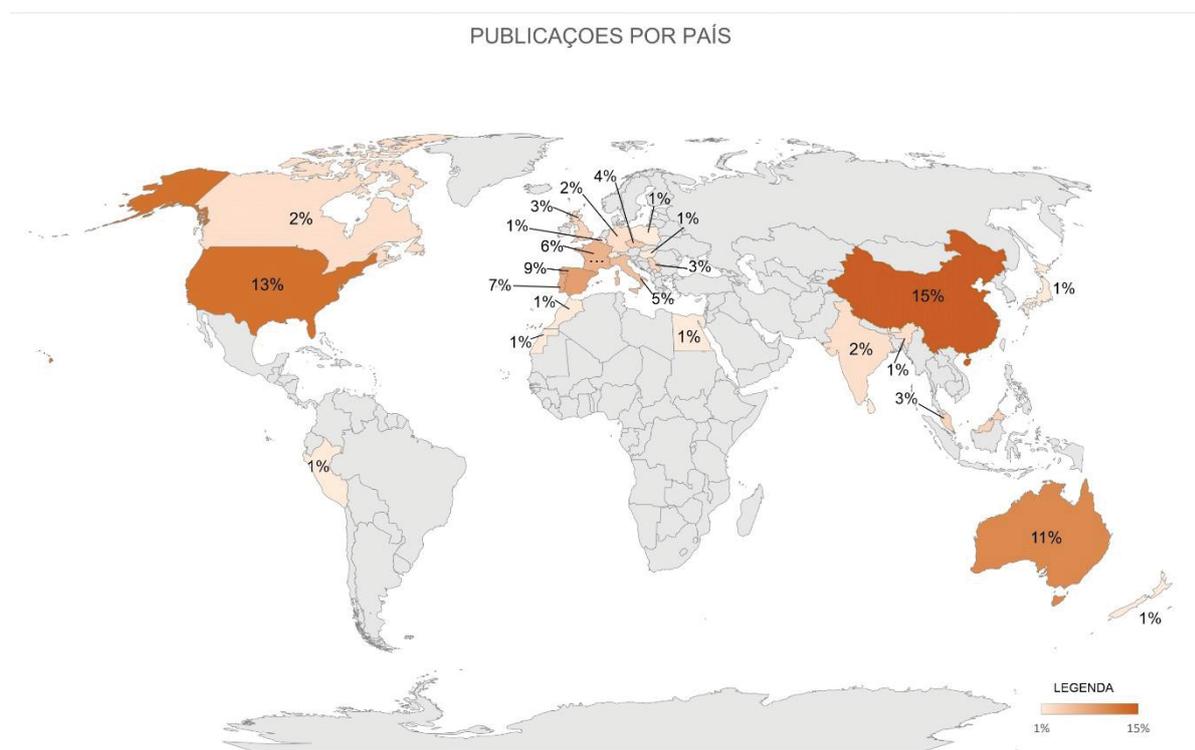
Esta tabulação demonstra a maioria com a Elsevier, 31% dos artigos presentes em *Construction and Building Materials*, *C-TAC - Territory, Environment and Construction Center*, *Cement and Concrete Research*, *Journal of Building Engineering*, *Energy for Sustainable Development*, *Applied Energy*, *Journal of Cleaner Production*, *Procedia Engineering*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *Building Engineer and Energy and Buildings*. Além dos periódicos, os artigos capítulos de livro *Modern Earth Building*.

### 3.1.2.1. País

Conforme demonstra a FIGURA 27, 15% dos artigos tabulados foram publicados na China; 13% nos Estados Unidos; 11% na Austrália; 9% na Espanha; 7% em Portugal; 6% na França; 5% na Itália; 4% na República Tcheca; 3% na Malásia, Reino Unido e Sérvia; 2% na Alemanha, Canadá e Índia; e 1% na Bélgica,

Butão, Egito, Hungria, Inglaterra, Japão, Marrocos, Nova Zelândia, Peru, Polônia, Sri Lanka, Suíça e Turquia.

FIGURA 27 – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS - PAÍS DE PUBLICAÇÃO



FONTE: A Autora (2021).

#### 3.1.2.4. Eixo temático e estratégia de pesquisa

Analisou-se o eixo temático de acordo com o objetivo da pesquisa e então separou-se os 94 artigos em 8 eixos temáticos: “Inventário contemporâneo”, “Estabilizações e granulometria”, “Sustentabilidade”, “Melhoria estrutural”, “Viabilidade técnica”, “Umidade da estrutura”, “Inovação” e “Relatórios de eventos”.

As pesquisas com o objetivo de contribuir para a elaboração de um inventário de edificações em taipa, que estude edificações como objeto, ou mesmo listando edificações no país onde foi realizado o estudo, foram categorizados no eixo temático “Inventário Contemporâneo”.

É o que acontece no estudo conduzido por van der Linden, Janssens e Knapen (2019), que analisa estudos de casos de taipa de pilão e adobe contemporâneos em países vizinhos, verificando as potencialidades da técnica para

a Bélgica. Rempel e Rempel (2019) por sua vez, avaliam o índice de danos causados pelas geadas em paredes de terra estabilizada, em 12 estudos de caso em diferentes cidades.

Na sequência, dividiu-se as investigações que se centraram na melhoria do material em 3 eixos temáticos, de acordo com a natureza da melhoria. Elas são: “Estabilizações e granulometria”, “Melhoria estrutural” e “Umidade da estrutura”.

Especificamente no caso do solo, os artigos que realizaram ensaios laboratoriais para o melhoramento da mistura, experimentando novos estabilizantes, como as cinzas de carvão, por exemplo, ou realizando novos estudos granulométricos, foram agrupados em “Estabilizações e granulometria”.

Os estudos centrados no comportamento estrutural das paredes, com investigações dos comportamentos de carga, com ensaios em laboratório foram agrupados no eixo “Melhoramento estrutural”.

O eixo temático “Umidade da estrutura” por sua vez, agrupa os estudos que visam melhorar a resistência do material à umidade e à água da chuva, com análise da velocidade de secagem das paredes e das correlações de diferentes percentagens de água na taipa.

A RSL também localizou trabalhos que realizaram estudos que avaliam as características de sustentabilidade da técnica construtiva, com estudos sobre ACV (análise do ciclo de vida), energia incorporada, ganhos térmicos e comportamento higrotérmico de paredes de taipa. Esses artigos foram agrupados no eixo “Sustentabilidade”.

Os artigos que focam em inovações tecnológicas, para a adaptação e compatibilização da tecnologia da construção, com a moderna indústria da construção, visando sua inserção no atual mercado da construção civil, estão agrupados na temática “Inovação”, com estudos de pré-fabricação, modulação de taipa, de economia circular, controle de qualidade e padronização da taipa de pilão.

Os artigos voltados para a viabilidade técnica e execução de taipa, em um determinado local, estão compilados no eixo temático “Viabilidade técnica”, com estudos morfológicos de solos locais, medidas de manutenção de acordo com o local de implantação ou comportamento de estabilização de acordo com o clima.

A última categorização reúne artigos que relatam eventos, workshops e projetos de especialização que fomentam o conhecimento da taipa contemporânea, contidos desta forma no eixo temático “Relatório de eventos”.

Os trabalhos tabulados por eixos temáticos estão listados na TABELA 3.

TABELA 3 – AUTORES POR EIXO TEMÁTICO

Eixo temático	Autores	Quantidade
Inventário contemporâneo	Cicek (2013); Niroumand, Zain e Jamil (2013); Bestraten, Hormias e Altemir (2011); Chang Recavarren, Fiori e Schexnayder (2013); Dobson (2015); Easton e Easton (2012); Hall e Swaney (2012); Herzog, De Meuron e Marbach (2016); Jorge (2013); Jovanović et. al. (2018); Kailey e Rishi (2016); Kraus (2012); Lindsay (2012); Marques et. al. (2014); Niroumand, Zain, e Jamil (2012); Osorio, Lozano e Codes (2012); Sampaio e Marques (2013); Sequeira (2013) e Zhang et. al. (2010)	19
Estudo de melhoramento do material - (estabilizantes, estudo granulométrico)	Bui et. al. (2016); Burroughs (2010); Ciancio, Beckett e Carraro (2014); Eires, Camões e Jalali (2017); Giuffrida, Caponetto e Cuomo (2019); Kang e Chen (2020); Hall e Swaney (2005); Ma, Chen, e Chen (2016); Ma, Chen, e Chen (2016); Ma, Chen, e Chen (2016); Maskell e. al. (2016); Meek et. al. (2018); Raj, Sharma e Anand (2018); Van Damme e Houben (2017); Run, Xiangrong e Jiankang (2009); Zhou e Liang (2011); Zhou, Peng e Cheng (2012) e Zhou et. al. (2012)	18
SUSTENTABILIDADE: estudos sobre ACV, energia incorporada, ganhos térmicos e comportamento higrotérmico	Gallipoli et. al. (2017); Giada, Caponetto e Nocera (2019); Hall e Casey (2012); Hopfe e Hall (2012); Ivan et. al. (2017); Jentsch et. al. (2017); Krayenhoff (2012); Lu e Liu (2013); Mateus, Fernandes e Teixeira (2020); Meek e Elchalakani (2020); Reddy e Kumar (2010); Serrano et. al. (2017); Serrano, de Gracia e Cabeza (2016); Stevanovic (2012); Taylor, Fuller e Luther (2004); Wagner (2018) e Zhou e Liu (2019)	17
Estudo de melhoramento do material - comportamento das cargas - (testes de compressão, cisalhamento e resiliência a abalos sísmicos)	Angulo-Ibáñez (2017); Araki et. al. (2011); Arrigoni et. al. (2017); Beckett, Hall e Augarde (2013); Bui et. al. (2014); Bui et. al. (2015); Galabada et. al. (2019); Lindsay (2012); Maniatidis e Walker (2008); Morris, Walker e Drupsteen (2010); Niroumand, Zain e Jamil (2013); Nowamooz e Chazallon (2011); Windstorm e Schmidt (2013) e Jaquin, Augarde e Guerrard (2008).	15
estudo de viabilidade técnica para determinada região (clima, composição granulométrica, etc)	Baiche et. al. (2017); Castells e Laperal (2012); Hamard et. al. (2016); Liang (2018); Narloch et. al. (2015); Pyatt, O'Hara e Hu (2015); Rempel e Rempel (2019); Van Der Linden, Janssens e Knapen (2019) e Wallis (2012)	9
Estudo de melhoramento do material - umidade na estrutura (taxa e faixas de umidade)	Kebao e Kagi (2012); Minke (2007); Otcovská, Mužíková e Padevět (2018); Otcovská, Mužíková e Padevět (2017); Rempel e Rempel (2016) e Soudani et. al. (2018)	6
INOVAÇÃO: estudos sobre RE pre fabricadas, modulação, economia circular, normatização, controle de qualidade	Carnivell et. al. (2020); Houben, Balderrama, e Simon (2004); Jörchel (2019); Morel e Charef (2019); Ruzicka (2007); Ruzicka et. al. (2015) e von Mag e Rauch (2011)	7
Relato de eventos, oficinas, projetos, de especialização de profissionais para RE	Ciancio, Augarde e Jaquin (2015); Costa (2013) e Dabaieh e Sakr (2014)	3

FONTE: A Autora (2021).

De acordo com a análise apresentada na TABELA 3, a maioria dos trabalhos - 19 artigos ou 20% do total - visa contribuir cientificamente, no sentido de criar um inventário contemporâneo de edificações em taipa contemporânea, ora realizando estudos de caso com tais edificações, ora conduzindo revisões bibliográficas.

Por exemplo, Easton e Easton (2012) apresenta as técnicas modernas de construção de terras compactadas recorrentes em edificações americanas, com ênfase as práticas atuais nos Estados Unidos. Dobson (2015) por sua vez, apresenta as mais de 750 edificações contemporâneas de terra compactada na Austrália e descreve alguns edifícios antigos e novos de todo o mundo.

Já o segundo eixo temático mais expressivo é o “Estabilizações e granulometria”, totalizando 18 artigos - 19%. Destaca-se também a quantidade de estudos que objetivam avaliar as características de sustentabilidade do material, totalizando 17 artigos - 18%. Os estudos que visam ao aprimoramento estrutural do material também são bastante expressivos - 15 artigos ou 16% dos artigos analisados.

Visando o “Melhoramento estrutural”, Morris, Walker e Drupsteen (2010) inspecionaram 15 edifícios durante a pesquisa, incluindo construções de terra históricas e construções de terra armada recentemente construídas, verificando as respectivas resiliências estruturais.

Em “Estabilizações e granulometria” observa-se no trabalho de Raj, Sharma e Anand (2018) um estudo com estabilização com cinzas de carvão. Já Meek *et. al.* (2018) avalia misturas com diferentes traços de cimento como estabilizante de terra compacta, a fim de diminuir a corrosão do aço estruturante.

Em estudos contidos em “Sustentabilidade”, Gallipoli *et. al.* (2017) propõe uma discussão a respeito das vantagens ambientais das RE.

Em ordem decrescente, viabilidade técnica, inovação, umidade da estrutura e relatórios de eventos somam 25 artigos. Por exemplo, para “Viabilidade técnica” Van Der Linden, Janssens e Knapen (2019) analisa estudos de casos de taipa de pilão e adobe contemporâneos em países vizinhos, verificando as potencialidades da técnica para a Bélgica.

Já em “Inovação”, Mag e Rauch (2011) explora através de um amplo estudo de caso sobre edifícios feitos no mundo, com taipa de pilão pré-fabricadas. Já

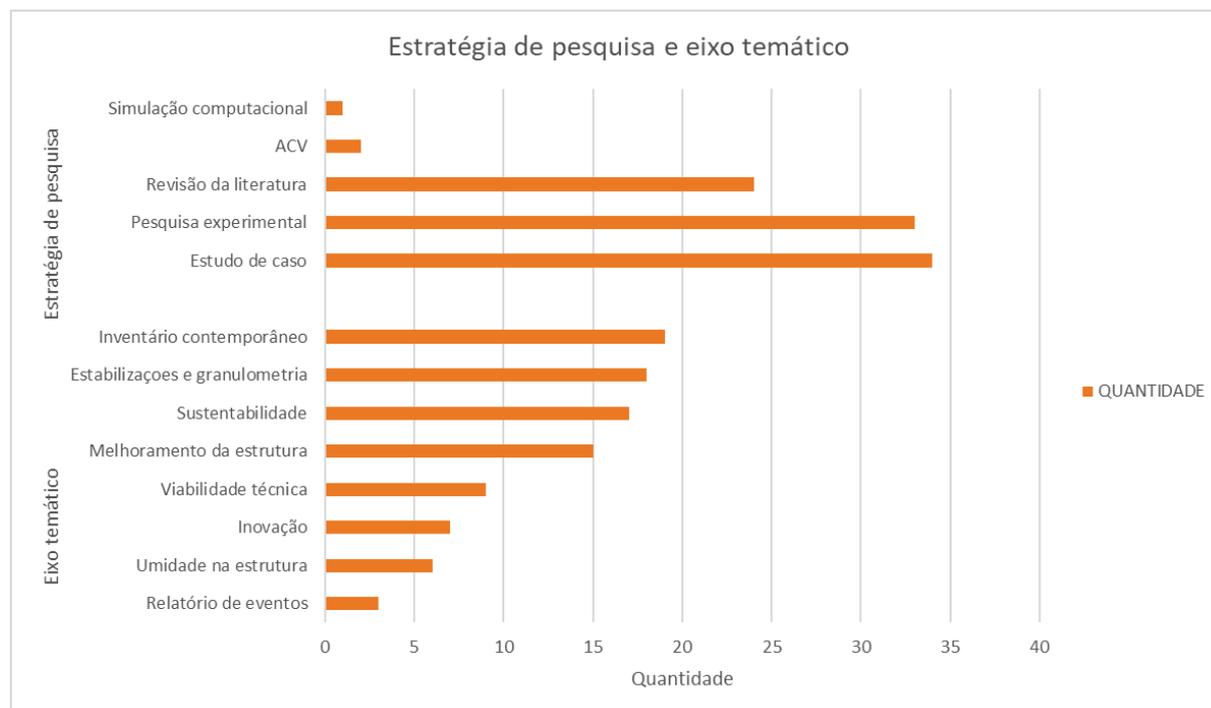
Carnivell *et. al.* (2020) que explora o controle de qualidade antes e durante o processo de construção.

Em “Umidade na estrutura” observamos no estudo conduzido por Minke (2007) na Universidade de Kassal, que relata os 30 anos de experiência em pesquisa e desenvolvimento de construção com terra, visando melhoramento da resiliência do material a umidade.

Por fim, em “Relatos de eventos” Dabaieh e Sakr (2014) relata workshop feito no Egito com profissionais da área de construção.

Em relação à estratégia de pesquisa, dados intrínsecos aos eixos temáticos (GRÁFICO 6), observa-se que os métodos mais utilizados são os estudos de caso - 34 artigos, pesquisa experimental - 33 artigos, seguido de revisão da literatura - 24 artigos.

GRÁFICO 6 – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS - LOCAL DE PUBLICAÇÃO



FONTE: A Autora (2021).

Analisando os dois resultados mais expressivos (GRÁFICO 6) – estudo de caso e inventário contemporâneo, observa-se a relação intrínseca entre ambos, de acordo com estudo de Osorio, Lozano e Codes (2012), por exemplo, que para

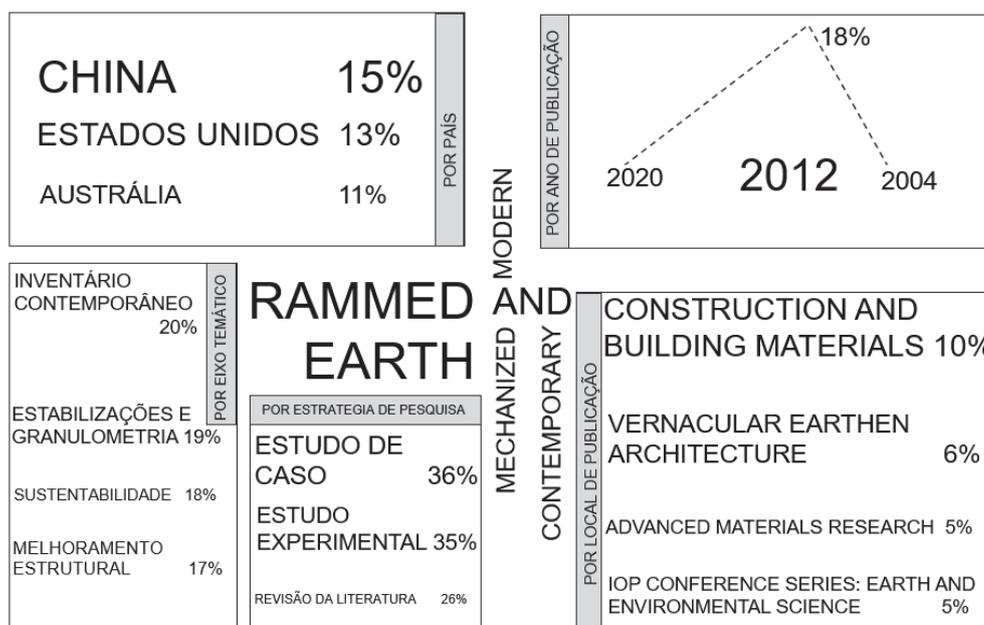
contribuir para a criação de um inventário contemporâneo de edificações realizou um estudo de caso no Marrocos.

Os menos expressivos - ACV (avaliação do ciclo de vida) e simulações computacionais estão relacionados a artigos com o eixo temático “Sustentabilidade”, por se tratarem de métodos comumente utilizados para análises de energia embutida e, até mesmo, para quantificação de materiais *versus* impacto ambiental.

### 3.1.2.5. Mapa síntese das tabulações

É possível observar na FIGURA 28, a sintetização dos principais resultados obtidos na tabulação dos documentos. Com isso, pode-se verificar a tendência de estudos mundiais em taipa de pilão contemporânea.

FIGURA 28 – MAPA SÍNTESE DOS RESULTADOS



FONTE: A Autora (2021).

Para tanto, é possível observar a vastidão de publicações na China, o que condiz com sua tradição histórica e construtiva, já que a técnica foi utilizada para construir as famosas Grandes Muralhas, seguidas pelos Estados Unidos e Austrália, que ganharam destaque no cenário mundial, com taipa de pilão estabilizada com cimento Portland e executada com fôrmas projetadas e reaproveitadas.

Espanha e Portugal juntos totalizam 13% das pesquisas analisadas, o que refuta Delgado e Guerreiro (2006), que afirmam que países que possuem patrimônio histórico criado com terra bruta tendem a subestimar seu uso em novas construções.

No que se refere ao ano de publicação, conclui-se que em 2012 alcançou o maior número de publicações graças às publicações dos livros *Modern Earth Buildings* e *Rammed Earth Conservation*, e que a tendência desde então tem sido o crescimento de publicações sobre o tema.

O livro *Modern Rammed Earth*, responsável por 8 dos 17 artigos de 2012, tem como coeditor e coautor Meror Krayernhoff, proprietário, inventor e principal proponente global do *Structural Insulated Rammed Earth - SIREWALL*. Esta empresa está presente no mercado desde 1992, mas só em 2009 abriu consultoria, licenciamento e formação pela sua forma única, desenvolvida para execução em taipa contemporânea. Depreende-se que esse período se aproxima da publicação desse livro, corroborando o compromisso do fundador com a difusão do conhecimento sobre a taipa contemporânea.

Destaque ainda para os periódicos *Construction and Buildings Materials*, *Vernacular Earthen Architecture*, *Advanced Materials Research* e *IOP Conference Series: EEC*, que corroboram o papel de liderança da Editora *Elsevier* em publicação no tema.

Percebe-se, portanto, que apesar desta pesquisa focar em publicações que tratam de novas tecnologias, a abordagem vernácula é intrínseca à investigação de materiais de construção e novas tecnologias - temas amplamente divulgados pela *Construction and Buildings Materials* e *Advanced Materials Research*, que também enfocam o aspecto vernáculo da técnica - a tradicional argila de taipa, expressa aqui pelas publicações na *Vernacular Earthen Architecture*.

Não se pode deixar de notar a escassez de publicações rastreadas dentro do tema nesta revista, por se tratar de um importante veículo de publicação dentro do tema sustentabilidade na construção civil e novas tecnologias.

Como a estratégia de pesquisa selecionada para a realização da pesquisa é diretamente proporcional ao objetivo da pesquisa (expresso na tabulação dos eixos temáticos) (FIGURA 29), observa-se que os três métodos mais adotados são: estudo de caso, estudo experimental e revisão de literatura.

FIGURA 29 – CORRELAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIA DE PESQUISA E EIXO TEMÁTICO

		EIXO TEMÁTICO	
ESTRATÉGIA DE PESQUISA	ESTUDO DE CASO	INVENTÁRIO CONTEMPORÂNEO	15%
		VIABILIDADE TÉCNICA	10%
		INOVAÇÃO	6%
	EXPERIMENTO	ESTABILIZAÇÕES E GRANULOMETRIA	19%
		MELHORAMENTO ESTRUTURAL	16%
	REVISÃO DA LITERATURA	SUSTENTABILIDADE	15%
		UMIDADE NA ESTRUTURA	6%
		RELATÓRIO DE EVENTOS	3%
		INOVAÇÃO	2%
	ACV	SUSTENTABILIDADE	2%
SIMULAÇÃO COMPUT.	SUSTENTABILIDADE	1%	

FONTE: A Autora (2021).

Já era esperado esse resultado para o estudo de caso, uma vez que o eixo temático “inventário contemporâneo” está diretamente relacionado ao método científico dos estudos de caso, visto que esse eixo temático tem como objeto de estudo edifícios já construídos.

O mesmo pode-se dizer para o experimento, já que tal estratégia de pesquisa está diretamente relacionada às investigações de melhoria desenvolvidas nos eixos temáticos ‘estabilização e granulometria’ e ‘melhoramento estrutural’, que comumente dependem de testes de laboratório.

O que não se esperava é que 26% dos métodos escolhidos pelos artigos tabulados fossem de revisão de literatura, visto que esta é uma etapa importante para qualquer estudo, porém, não necessariamente o principal método de pesquisa.

Correlacionando a estratégia de pesquisa com os eixos temáticos (GRÁFICO 6), entendemos o porquê dos resultados, uma vez que a maioria dos artigos traz um inventário de edificações contemporâneas em taipa contemporânea. Os estudos que utilizaram estudo de caso como estratégia de pesquisa ou visam contribuir para criação de um inventário contemporâneo, ou verificar viabilidade técnica da taipa de pilão para determinada região, ou ainda focam em inovações tecnológicas visando sua inserção no atual mercado da construção civil, como por exemplo

Contudo, dois artigos com o eixo temático “Inovação” conduziram revisão da literatura. São eles Růžička *et. al.* (2015) e Jörchel (2019).

A mesma divergência é observada no eixo temático “Sustentabilidade”, que ora é conduzida via revisão da literatura, como é o caso de Lu e Liu (2013) e Ivan *et. al.* (2017), ora em condução de ACV, Gu e Chen (2020) e Mateus, Fernandes e Teixeira (2020), ambos realizando ACV *cradle to gate* da taipa de pilão, em comparação a alvenaria convencional. Stevanovic (2012) apresenta ainda 1 estudo com simulação computacional, no software “Energy Plus”.

Por fim, analisando tanto o objetivo da pesquisa (eixos temáticos) quanto o método de realização da pesquisa (como o objetivo é alcançado - cientificamente), é interessante observar a tendência de optar por estudos de caso que contribuam para o inventário contemporâneo de edificações em taipa, bem como pesquisas experimentais para estudos de aprimoramento da técnica, além de ter uma parte expressiva dos estudos a fim de avaliar a sustentabilidade da técnica construtiva.

### 3.1.3 Conclusão

O objetivo de revisão da literatura foi alcançado, uma vez que se obteve o estado da arte da pesquisa contemporânea em taipa, porém, é importante apontar alguns pontos fracos observados tanto no método de condução quanto nas bases de dados.

Um ponto importante é o longo período de planejamento. Entende-se que esse período é muito importante para o sucesso da RSL e que nele tanto as palavras-chave quanto os critérios de inclusão e exclusão são ajustados, decisões que são conclusivas para a eficácia nas buscas nas bases de dados.

No entanto, como a busca por capítulo em livros não foi restrita, capítulos de livros importantes, como “*Rammed Earth: design and construction guides*” não foram rastreados; “*Martin Rach: refined earth construction and design with rammed earth*”; “*Rammed Earth Structures: a code of practice*”; “*Rammed Earth Construction: the complete step-by-step guide*”, entre outros.

Para trabalhos futuros, é indicada a catalogação de artigos com o objetivo de criar um inventário contemporâneo, espacializando os gráficos sobrepostos nos mapas de localização, bem como categorizando e listando ambas as investigações para melhorar o tamanho e a estabilização do grão, como a melhoria estrutural.

A seguir a pesquisa realizada no âmbito nacional – Brasil.

### 3.2 PANORAMA NACIONAL DA PESQUISA CIENTÍFICA EM TAIPA DE PILÃO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA EM BASES BRASILEIRAS

Medir a atividade científica permite direcionar melhor o foco das pesquisas, fortalecendo e apoiando discussões sobre a evolução e a qualidade da pesquisa. No entanto, os recursos disponíveis são escassos - tanto em fomento, quanto em bases de dados disponíveis - levando em consideração as necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico no país. (SAES, 2000).

Na área de Tecnologia do Ambiente Construído, particularmente no Brasil, os levantamentos sistemáticos sobre a atual produção científica sobre a taipa de pilão são escassos, sobretudo em relação a quantidade de pesquisadores, variedade dos temas abordados e, conseqüentemente, utilização dos trabalhos realizados para fundamentar a prática profissional. (PITHAN et al., 2005).

Contudo, apesar de escassos, observa-se em experiências anteriores, estudos conduzidos com o intuito de colaborar para a sistematização do conhecimento em taipa de pilão contemporânea no Brasil, dos quais se têm: Pinheiro et.al. (2016), Maia, Andrade e Faria (2016), Nagy Ramos e Yuba (2017), Dotta et. al. (2018) e Dotta e Yuba (2018).

#### 3.2.1 Justificativa - os autores antecessores a este estudo

Pinheiro *et. al.* (2016) traz o panorama de produção de construções contemporâneas em terra crua, executadas nos últimos 60 anos no Brasil, através de um levantamento bibliográfico no portal da CAPES e em sites de construtoras e escritórios brasileiros especializados em construções em terra.

No mesmo ano, Maia, Andrade e Faria (2016), conduziram uma revisão acerca da tecnologia apropriada aplicada a estudos em taipa de pilão, no âmbito ibero-americano, nos últimos 14 anos. Os dados foram tabulados e agrupados em quatro grupos: o primeiro com pesquisas sobre estabilizações; o segundo com pesquisas que desenvolvem métodos de controle de fabricação e execução; o terceiro com estudos de sistematização do processo executivo e o último com estudos de elaboração de recomendações em técnicas projetuais.

No ano seguinte, Nagy Ramos e Yuba (2017) conduziram a pesquisa sistematizada acerca da investigação de ações de transferência e capacitação da tecnologia, de construção com taipa de pilão. Tais estudos foram localizados através de uma revisão da literatura e tabulados, resultando em um documento que expõe as lacunas, peculiaridades e semelhanças das práticas encontradas.

Em 2018, Dotta *et. al.* (2018) analisou o conteúdo disponível na internet, através de buscas das palavras chave “taipa de pilão” e “*rammed earth*”, em plataformas digitais, analisando os 10 primeiros resultados. Os autores relatam que os resultados não apresentaram forte vínculo entre qualidade de conteúdo e posicionamento na lista de resultados de pesquisa.

Por fim, no mesmo ano, Dotta e Yuba (2018) conduziram um estudo bibliométrico, que identificou as tendências da produção de pesquisa sobre terra compactada nos últimos 5 anos (de 2013 a 2018), utilizando a base de dados *Scopus*.

#### 3.2.1.2. *Objetivo*

O objetivo dessa pesquisa é delimitar o panorama do estudo e produção científica em taipa de pilão contemporânea no Brasil, através da investigação das principais fontes de dados científicos disponíveis no país.

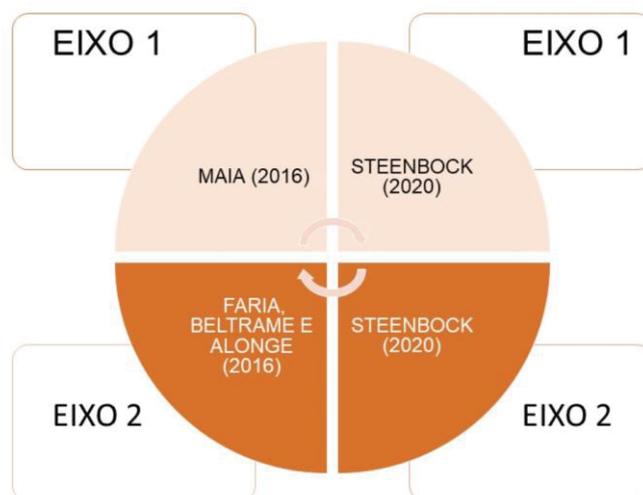
#### **3.2.2 Método do mapeamento**

Como as bases de dados conhecidas para o desenvolvimento de RSL são em sua totalidade em inglês, com bases em estudos anteriores de Maia (2016) e Faria, Beltrame e Alonge (2016), foi desenvolvido um método de busca manual, baseado em informações de tais autores.

A revisão analisou artigos, monografias, teses e dissertações que abordassem a técnica de uma maneira contemporânea, com foco nos avanços tecnológicos, publicados na língua portuguesa e com estudos no Brasil, excluindo, dessa maneira, a produção em Portugal.

Para tanto, traçou-se dois eixos de buscas: o primeiro, com foco em artigos científicos publicados em congressos da área e o segundo, com foco em trabalhos finais de pós-graduação – monografias, teses e dissertações (FIGURA 30).

FIGURA 30 – DEFINIÇÃO DOS EIXOS TEMÁTICOS



FONTE: A autora (2021)

Com relação ao primeiro eixo de pesquisa, segundo Maia (2016) os principais congressos no âmbito nacional são: o Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil (Terra Brasil), o Encontro Nacional e Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC/ELACAC), o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) e o Encontro Latino-americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis (ELECS).

Com base em revisões bibliográficas realizadas em 2019, foram adicionados ao eixo 1 os artigos dos Encontros Latino-Americano e Europeu de Edificações e Comunidades Sustentáveis (euro-ELECS) e artigos da Revista Ambiente Construído.

No que tange ao segundo eixo de busca, segundo Faria, Beltrame e Alonge (2016), as principais universidades em pesquisa e pós-graduação em construções com terra são a Universidade Estadual de São Paulo campus Bauru (UNESP Bauru), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e a Universidade de São Paulo de São Paulo (USP).

Além de serem feitas buscas dentro dos bancos de tais universidades, foram realizadas buscas no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de teses e dissertações, no banco da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Foram realizadas buscas no portal da UFPR, porém sem resultados.

Dessa maneira, foram tabulados todos os artigos e trabalhos de pós-graduação sem limite temporal, disponíveis em formato eletrônico, nas plataformas de buscas já citadas.

#### *3.2.2.1. Resultado das buscas*

No QUADRO 2 estão dispostos os resultados das buscas, já eliminando publicações fora do tema e publicações repetidas. Dessa maneira, foram considerados estudos com abordagem da taipa de pilão contemporânea. Foram lidos 80 artigos e 30 teses, dissertações e monografias de pós-graduação, totalizando 110 documentos científicos.

QUADRO 2 – RESULTADOS DAS BUSCAS

Idioma	Palavras-chave	Fontes de pesquisa	Nº de documentos	Tipo de documento	Eixo de busca
	Taipa de pilão OU mecanizada OU Contemporânea OU moderna	TERRA BRASIL (2006 a 2018)	37*	artigos	1º EIXO, segundo Maia (2016)
		ENCAC (1990 a 2019)	5*	artigos	
		ENTAC (1993 a 2018)	13*	artigos	
		ELECS (1997 a 2013)	6*	artigos	
		Euro-ELECS (2015 a 2019)	9*	artigos	1º EIXO, adicionado pela autora
		Revista Ambiente Construído	2*	artigos	
		Literatura cinza	8*	artigos	
		Banco UFMS	3*	dissertações e teses	2º EIXO, segundo Faria, Beltrame e Alonge (2016)
		Banco USP	4*	dissertações e teses	
		Banco UNESP Bauru	2*	dissertações e teses	
		Portal CAPES Teses e Dissertações	15*	dissertações e teses	2º EIXO, adicionado pela autora
		UNICAMP	3*	dissertações e teses	
		UTFPR	1*	monografias, dissertações e teses	
		UFSC	2*	dissertações	
<b>TOTAL</b>			ARTIGOS: 80	TESES E DISSERTAÇÕES: 30	<b>TOTAL GERAL: 110</b>

\* retirando já trabalhos fora do tema, outras técnicas construtivas com barro, restauro em taipa de pilão e repetidos

FONTE: A autora (2021)

### 3.2.3 Resultados e discussão

Após a leitura, os documentos científicos foram tabulados de acordo com o ano de publicação, eixo temático, estratégia de pesquisa, instituição de ensino no qual estava vinculado, cidade e estado.

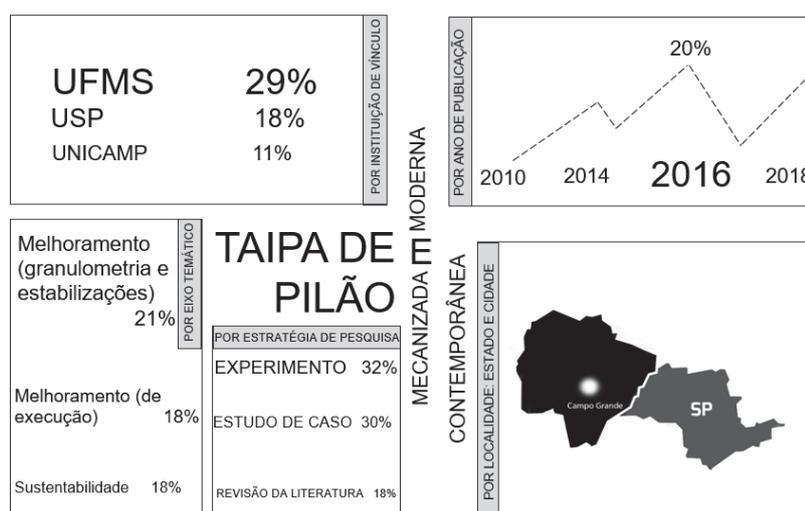
Tais tabulações foram adotadas de maneira a traçar o estado da arte da taipa contemporânea em todo o mundo. Observa-se a mesma categorização de tabulação nos seguintes autores: ano de publicação em Amrutha e Geetha (2019) e Pizzi *et. al.* (2020), local de publicação em Pizzi *et. al.* (2020) e eixo temático em Oliveira, Shibao e Godinho (2016).

A tabulação dos resultados, segundo a estratégia de pesquisa, foi definida por ser considerado um dado importante, para a compreensão da ferramenta utilizada, para atingir os objetivos de pesquisa intrínsecos aos eixos temáticos.

De forma a entender a distribuição espacial das publicações no território brasileiro, os documentos científicos ainda foram tabulados de acordo com estado e cidade.

A tabulação completa está disponível no artigo “Panorama brasileiro da pesquisa científica em taipa de pilão: um mapeamento sistemático da literatura” nos anais do euro ELECS 2021. Na FIGURA 31 é apresentada sintetização dos principais resultados obtidos na tabulação dos documentos. Com isso, pode-se verificar a tendência de estudos conduzidos no país, em taipa de pilão contemporânea.

FIGURA 31 – MAPA SÍNTESE



FONTE: A autora (2021)

Dessa maneira, é possível traçar as seguintes tendências:

- Ano de maior publicação em 2016, observando uma crescente, com queda em 2019;
- Universidade Federal do Mato Grosso do Sul como a instituição que mais publica no tema, com destaques para a Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual de Campinas (Unicamp);

- Eixo temático mais adotado é o “Melhoramento (granulometria e estabilizações)” e, conseqüentemente, experimento como a estratégia de pesquisa mais praticada, já que ambos estão diretamente ligados;
- Estado de São Paulo como o estado que mais publica no tema, graças ao papel das instituições do interior do estado e capital (com apenas 1 publicação vinculada à UNESP de Ilha Solteira);
- Campo Grande como a cidade que mais publica no tema: local do campus da UFMS no qual está implantada a edificação do Canteiro Experimental.

Percebe-se em congressos, além da expressiva quantidade nos anais Terra Brasil, no congresso Euro-ELECS de 2015, um capítulo exclusivo para construção com terra, o capítulo 5, intitulado Arquitetura e Construção em Terra.

Percebe-se também a carência de estudos brasileiros acerca do conforto ambiental de edificações construídas em taipa de pilão, bem como escassez de estudos de pós ocupação, conforto acústico e de eficiência energética. Os poucos artigos encontrados no congresso ENCAC referem-se apenas a estudos de conforto térmico.

No Euro-ELECS 2015 Maia (2015) através da atualização da revisão bibliográfica sobre o tema, traz uma discussão holística a respeito do conforto em habitações com terra, abordando conforto nas dimensões fisiológica, psicológica, espacial e natural/genética.

No que tange a estudos de pós ocupação, apesar da escassez, foi localizado 1 estudo dessa natureza no trabalho de Neves (1993), feito através de um levantamento de dados *in loco* de 102 unidades executadas pelo CEPED, com solocimento monolítico.

Destaca-se ainda a importância de se ter norma técnica no Brasil, lastreando a atuação de construtores a parâmetros técnicos conhecidos. Nesse sentido, lunes, Milani e Yuba (2017) trazem em sua revisão bibliográfica requisitos de qualidade para um projeto de norma sobre o desempenho físico-mecânico para vedações em taipa de pilão.

As autoras são do grupo de pesquisa do canteiro experimental Faeng, grupo esse que participou da elaboração do texto-base para as Normas Brasileiras Parede

de Taipa de Pilão – Execução e Controle de Obras e também Parede de Taipa de Pilão – Requisitos e Métodos de Ensaio. (UFMS, 2018)

Além disso, atualmente o Comitê ABNT - CE-02:123.09. de construções com terra, está redigindo a nova norma técnica de taipa de pilão.

### **3.2.4 Conclusão do mapeamento sistemático**

Observando o mapa síntese, é possível concluir que o objetivo da pesquisa foi alcançado, já que se apresentou, detalhadamente, o panorama de pesquisas em taipa de pilão contemporânea no Brasil. Dessa maneira, entende-se que as principais contribuições do estudo são tanto os delineamentos e tendências de pesquisas brasileiras no tema, como também as lacunas que nortearão trabalhos futuros.

No que tange as tendências de pesquisa, observa-se que apesar da queda no número de publicações em 2019, a projeção é crescente para publicações no tema, uma vez que nesse ano não houve os principais congressos dentro do tema. Destaque ainda para o potencial brasileiro na experimentação e descoberta de novas estabilizações químicas, com grande quantidade de estudos para novos aglutinantes.

Com relação as lacunas na literatura, destaque para a carência de estudos acerca de conforto ambiental nas edificações, aspecto esse entendido como importante na promoção de um ambiente construído mais sustentável. Nota-se ainda a ausência de estudos acerca da desmontagem das paredes no fim de sua vida útil, e como os estabilizantes químicos agem nessa ocasião versus o potencial de reinserção dos torrões em novas paredes. Por fim, importante destacar as dificuldades de se obter dados nacionais das produções manualmente e o quão eficaz seria, para a produção e atualização do conhecimento científico nacional, contar com bases de dados em português.

### **3.2.5 Edificações contemporâneas em taipa de pilão**

O mapeamento sistemático de literatura em bases brasileiras também resultou no levantamento das edificações contemporâneas, no território nacional e contidas em documentos científicos (TABELA 4), que servirá para a seleção dos

estudos de caso, bem como para a comparação dos dados coletados na condução do mesmo.

TABELA 4 – EDIFICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS CONTIDAS EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

EDIFICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS EM TAIPA CONTIDAS EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS					
	ANO	NOME DA EDIFICAÇÃO	LOCAL	ARQUITETO OU ESCRITÓRIO	PUBLICAÇÃO
1	2000	Pousa da Molungo - CEPA - Centro de Educação e Pesquisas ambientais	Estância Climática e Turística de Santo Antonio do Pinhal - SP	Paulo Sérgio Ortiz	Monografia: "Inserção da taipa de pilão mecanizada com apoio pneumático no mercado da construção civil sustentável do Brasil" OLIVEIRA, B.A. UFMG
2	2006	Casa Paulo Montoro	Itapeperica da Serra - SP	Paulo Montoro	Monografia: "Inserção da taipa de pilão mecanizada com apoio pneumático no mercado da construção civil sustentável do Brasil" OLIVEIRA, B.A. UFMG
3	2007	Projeto Aguazul	Ubatuba - SP	Márcia Macul	Artigo: "Arquitetura da sustentabilidade- novos procedimentos" MACUL, M., PRADO, S. OLIVEIRA, C.A. USP
4	2008	Casa Caiuás	Fazenda agropecuária há 30km do município de Fátima do Sul - MS	Arq. Ana Veraldo	Artigo: "Casas de paredes de taipa com solo estabilizado para o meio rural" VERALDO, A. C. (artigo-projeção no anuário Terra Brasil 2014)
5	2011	Protótipo de habitação rural	Senador Rui Palmeira - AL	Natiele Vanessa Vitorino	Artigo: "Tecnologias sociais aplicadas à habitação rural: um estudo de caso no município de Senador Rui Palmeira/AL" (anuário Terra Brasil 2014) MINTO, F. N.
6	2012	Escritório em fazenda com painéis autoportantes em taipa de pilão	Taquarivaí - SP	Arq. Fernando Negrini Minto (MATÉRIA BASE arquitetura e urbanismo) e Arq. Rafael Oliveira.	Artigo: "Escritório em fazenda com painéis autoportantes em taipa de pilão" (artigo-projeção no anuário Terra Brasil 2014) MINTO, F. N.
7	2012	Fábrica da Kraft Food	Piracicaba - SP	Arq. Maurício Venâncio e execução da Terra Compacta	Artigo: "O uso da taipa em construções sustentáveis contemporâneas" ALMADA, T., TAVARES, S. F. (2018)
8	2012	Casa Bororó	Dourados - MS	Arq. Ana Veraldo	Dissertação: "Análise do processo construtivo de taipa mecanizada: estudo de caso da sede do canteiro experimental da UFMS" VERALDO, A. C. (2015) UFMS
9	2013	Centro de referência em educação ambiental do SINPRO-DF	Brazilândia - DF	Arq. Sérgio Pamplona	Artigo: "Centro de referência em educação ambiental do SINPRO-DF - Uso da terra em múltiplas formas" PAMPLONA, S., ROSALINO, F. (em anuário Terra Brasil 2016)
10	2013 / 2014	Casa Santa Rosa	Piracicaba - SP	HEISE Arquitetura Ltda.	Artigo: "Casa Santa Rosa" (artigo-projeção no anuário Terra Brasil 2014)
11	2013 / 2014	Protótipo de habitação em taipa mecanizada, construído no Campus da UFMS	Campo Grande - MS	Ana Veraldo, Heise Arquitetura Ltda.	Artigo: "Casas de paredes de taipa com solo estabilizado para o meio rural" VERALDO, A. C. (artigo-projeção no anuário Terra Brasil 2014)
12	2014	CASA Suindara	São Carlos -SP	grupo HABIS/IAU/USP	Artigo: "Casa Suindara: sobre seus materiais e sistemas construtivos" PERRIN, A. G., FERREIRA, T. L. (artigo-projeção no anuário Terra Brasil 2014)
13	2014	Casa Colinas	Piracicaba - SP	FATO Arquitetura e execução de Taipal	Monografia: "Riscos ocupacionais na construção em taipa de pilão mecanizada" COSTA, J. L. - UTFPR e Dissertação: "Contribuição às construções em terra comprimida e compactada e influência no conforto" MAIA, L. R. USP
14	2015	Casa Campinas de Sylvio Sawaya	Campinas - SP	Sylvio Sawaya (1998)	Dissertação: "Edificações em terra: processo de produção e evolução da taipa" ACHCAR, M. L. S.
15	2015	Google Brasil	Americana - SP	FATO Arquitetura e execução de Taipal	Artigo: "Panorama da produção de obras em terra crua com design contemporâneo nos últimos 60 anos no Brasil" PINHEIRO, L. et. al. (2016)
16	2016	Casa Curva	Caçapava - SP	Ricardo Piva	Artigo: "Casa Curva - Privacidade e conforto" (artigo-projeção no anuário Terra Brasil 2016) PIVA, R.
17	2017	Residência Condomínio Fazenda do Porto	Atibaia - SP	Maria Cristina Erdelyi José Mateus Braganholo e execução de Taipal	Artigo: "A TERRA como herança" (artigo-projeção no anuário Terra Brasil 2016)
18	2018	Residência Criativa - IMS Instituto Maranhão Sustentável	Raposa-MA	Sanadja de Medeiros Souza	Artigo: " Velhas tecnologias, novos fazeres: o caso da residência criativa, no Maranhão" ( anuário Terra Brasil 2018) SOUZA, S. M., MENDONÇA, A. N. R., MORAIS, K. P. N.
19	2018	CASA JHP	Crato - CE	Larissa Duarte Galvão	Artigo: " Casa JHP -residência unifamiliar de taipa de pilão" ( anuário Terra Brasil 2018) GALVÃO, L. D., PINHEIRO, M. S., PERLINI, E. M. R. P.
20	2018	Casa Cunha	Cunha - São Paulo	Arquipélago Arquitetos	Artigo: " Casa Cunha" (anuário Terra Brasil 2018) TAVARES, L., VELLOSO, M.

Fonte: A Autora (2021).

De acordo com a TABELA 4, das 20 edificações encontradas, pode se observar a grande quantidade de edificações encontradas no Estado de São Paulo, seguida de uma menor quantidade no Mato Grosso do Sul, 1 edificação no Distrito Federal, 1 no Maranhão, 1 em Alagoas, 1 no interior do Ceará, 1 na cidade de Raposa (região metropolitana de São Luiz - MA).

#### **4 MÉTODO DE PESQUISA**

Com relação a estratégia da pesquisa, é caracterizada como um estudo exploratório no contexto da taipa contemporânea, uma vez que se pretende descobrir o que acontece sobre determinadas situações, compreendendo os fenômenos sob uma nova ótica (ROBSON, 2002).

Com relação a natureza da pesquisa, a palavra “como,” inserida no problema de pesquisa, sugere que o trabalho seja caracterizado pela natureza flexível, no sentido de que uma descoberta, oriunda de uma das conduções, pode mudar o curso das demais. Para Robson (2002), a natureza flexível é cabível a trabalhos que tratam de dados qualitativos, que é o caso, já que serão analisados aspectos a respeito da qualidade do emprego da técnica contemporânea.

Sobre a delimitação do método de pesquisa, nesta pesquisa serão trabalhadas questões “como” e “por quê”. Enfoca em eventos contemporâneos, sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle dos eventos comportamentais. Desta maneira, a presente pesquisa será um estudo de caso, já que lidará com questões que necessitam ser traçadas ao longo do tempo, em vez de serem estudadas como meras repetições ou incidências (YIN, 2005).

Em 2020, o Brasil se tornou o segundo país mais afetado no mundo, e o segundo maior número do total de mortes devido ao COVID-19 (BRASIL, 2020). Introduziu-se a restrição ao contato social no país nas regiões Norte e Nordeste, apresentando impactos importantes na redução do contágio (SILVA, FILHO E FERNANDES, 2020).

A pesar de algumas autoridades mostrarem-se céticas quanto à sua eficácia (Bezerra *et. al.* 2020), dada a comprovação científica de tal medida, conforme estudos conduzidos pelos autores Silva, Filho e Fernandes (2020) e Arruda *et. al.* (2020), essa

pesquisa adota a postura de *Lockdown*, tomando como decisão conduzir os estudos de caso via videochamadas.

Com o intuito de não comprometer a qualidade da pesquisa, pela ausência da experiência em campo, adotou-se como método complementar a Pesquisa-ação.

Chein, Cook e Harding (1948) explicam que há duas amplas abordagens para a investigação científica: a primeira descritiva – quando o cientista está comprometido em descrever o Mundo como ele é; a segunda é a condicional – quando o cientista está preocupado com a determinação das condições dos eventos, bem como sua correlação e as variedades condicionais, com a real manipulação das circunstâncias e a observação das mudanças resultantes.

Essa última abordagem, para o esforço científico, é ideal para o cientista cuja vida investigativa está integrada à sua vida como um cidadão, que deseja seguir um modo de vida científico e, ao mesmo tempo, dedicar suas energias em direção à melhoria cívica.

São com essas considerações em mente que se pode compreender melhor o campo de Pesquisa-ação. É um campo que se desenvolveu para satisfazer as necessidades do indivíduo sócio-político que reconhece que, na ciência, encontra-se o mais confiável guia para uma ação eficaz, de utilidade social e significado teórico. (CHEIN, COOK E HARDING, 1948).

Tripp (2005) demonstra o processo da Pesquisa-Ação em 4 fases a partir da identificação do problema: o planejamento de uma solução, sua implementação, seu monitoramento e a avaliação da sua eficácia.

Há quatro variedades de pesquisa-ação, de acordo com sua natureza: pesquisa-diagnóstico, pesquisa participante, pesquisa empírica e pesquisa experimental (CHEIN, COOK E HARDING, 1948).

A Pesquisa Experimental é uma pesquisa controlada sobre a eficácia relativa de várias técnicas de ação. Intenta-se com sua condução descobrir na prática qual melhor maneira de se executar algo, recolhendo preferencialmente os dados qualitativos durante o curso da ação, medindo ao final seu resultado, explanam Chein, Cook e Harding (1948).

Nesse sentido, a prática em campo nessa pesquisa desenvolveu-se com a construção de 3 paredes de taipa de pilão na Casa Teffé, de Fevereiro de 2021 a

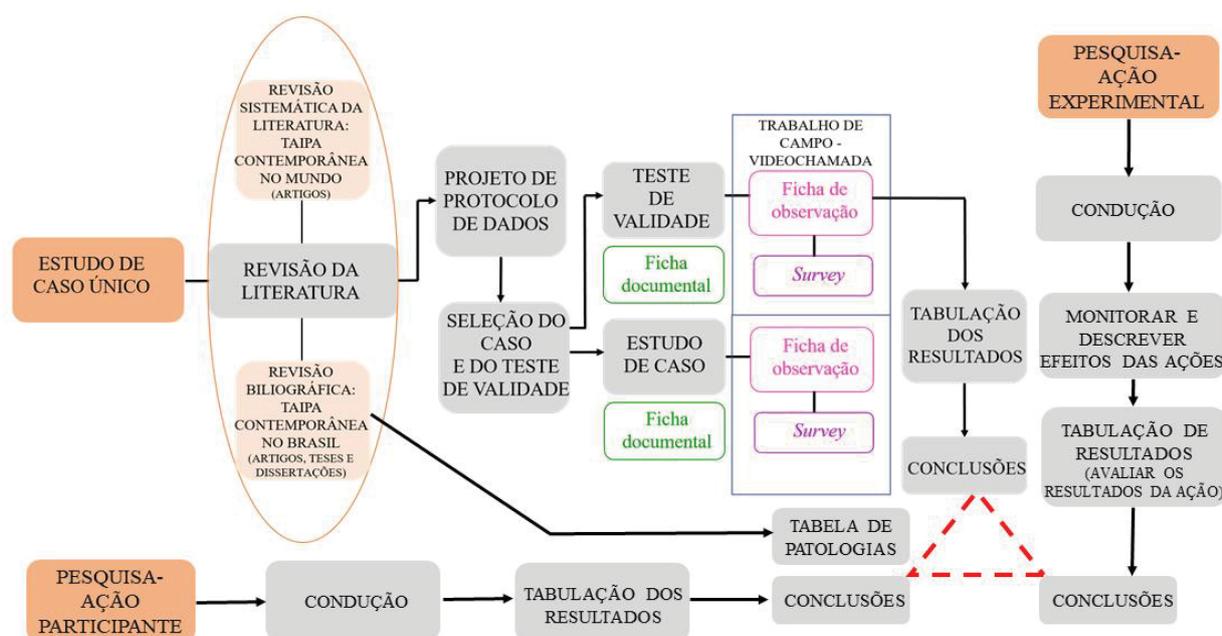
Maio de 2021, apresentando dados recolhidos ao longo do processo, finalizando com a análise qualitativa dos resultados.

Por fim, determinou-se ainda a condução da pesquisa-ação participante como segunda condução complementar. Ela é embasada no saber da pesquisa científica, ou a fundamentação teórica. Para tanto, sua ideia central é que os cientistas devem agir também diretamente na sociedade.

Um exemplo são os comitês de trabalho, que determinam os procedimentos a serem seguidos por uma sociedade, na realização e determinadas técnicas. Neste trabalho, adotou-se esse método complementar no acompanhamento do Comitê ABNT - CE-02:123.09 — Comissão de Estudo de Construções com Terra, que redigiu o texto base para a norma brasileira de taipa de pilão.

A fim de espacializar as múltiplas conduções, que se fazem concomitante na pesquisa, traçou-se o mapa mental expresso na FIGURA 32.

FIGURA 32 – MAPA MENTAL DE CONDUÇÃO DA PESQUISA



Fonte: A Autora (2021).

Para os três exercícios – estudo de caso, pesquisa-ação experimental e participante – os pormenores relativos ao método seguem a mesma lógica, apresentados a seguir.

#### 4.1 UNIDADE DE ANÁLISE

Delimita-se como unidade de análise a edificação contemporânea construída em taipa de pilão contemporânea. Dessa maneira, as subunidades são as soluções construtivas que contemplem maior durabilidade ao material, mecanização do processo e possíveis melhoramentos da técnica

#### 4.2 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O objeto de estudo desta pesquisa é, precisamente, edifícios contemporâneos nos quais a técnica de taipa de pilão foi empregada e quais resultados, com relação as atualizações dos processos construtivos, bem como se as patologias já conhecidas na literatura foram superadas.

#### 4.3 SELEÇÃO DO CASO

Um fundamento lógico para selecionar um projeto de caso único, em detrimento a casos múltiplos, é que o caso único representa o teste decisivo de uma teoria significativa (YIN, 2005), podendo significar uma importante contribuição à base de conhecimento e à construção da teoria, até mesmo redirecionando investigações futuras.

Em um dos produtos resultantes do “Mapeamento sistemático de literatura em bases brasileiras”, foram identificadas 20 edificações contidas em publicações científicas (TABELA 4).

O caso selecionado teve o intuito de seguir ao fundamento lógico de caracterizar-se como caso decisivo, ou seja, representar o teste decisivo de uma teoria significativa. Uma vez que as patologias e erros de execução levantadas, através da revisão da literatura, intenta-se, com essa seleção de caso, confirmar tais teorias ou refutá-las, vislumbrando ainda redirecionar investigações futuras. (YIN, 2005).

Posto isso, a Empresa Taipal (Piracicaba, SP), aporta experiência e conhecimento em mecanização da taipa de pilão, sobretudo pelo uso do compactador pneumático e fôrmas em metal (PERRIN E FERREIRA, 2014).

TABELA 5 – SELEÇÃO DA EDIFICAÇÃO CONTEMPORÂNEA CONTIDA EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

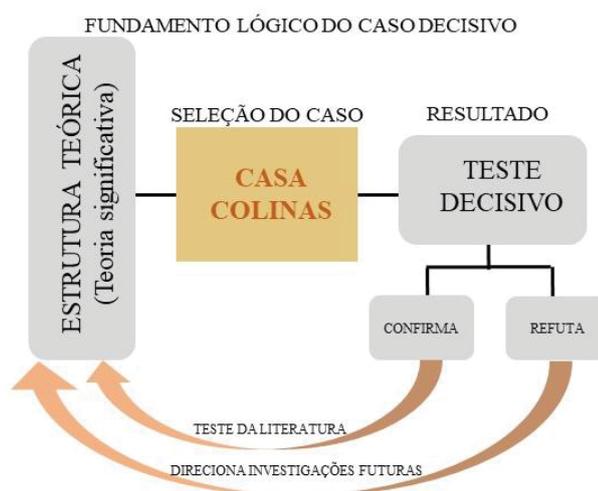
TESTE DE VALIDADE	12	2014	CASA Suindara	São Carlos -SP	grupo HABIS/IAU/USP	Artigo: "Casa Suindara: sobre seus materiais e sistemas construtivos" PERRIN, A. G., FERREIRA, T. L. (artigo-projeto no anuário Terra Brasil 2014)
ESTUDO DE CASO	13	2014	Casa Colinas	Piracicaba - SP	FATO Arquitetura e execução de Taipal	Monografia: "Riscos ocupacionais na construção em taipa de pilão mecanizada" COSTA, J. L. - UTFPR e Dissertação: "Contribuição à construção em terra comprimida e compactada e influência no conforto" MAIA, L. R. USP

Fonte: A Autora (2021).

Reconhecendo a expressividade e relevância no desenvolvimento e afinamento do processo executivo da empresa, selecionou-se a Casa Suindara para os testes de validade das fichas (executada sob consultoria da Empresa Taipal), em São Carlos-SP, e a Casa Colinas (executada pela empresa Taipal), para a condução do estudo de caso, em Piracicaba (TABELA 5).

A FIGURA 33 traz o mapa mental da seleção do estudo de caso, baseado em uma estrutura teórica cuidadosa, delimita-se a teoria significativa a ser ou confirmada com a condução do caso, ou refutada, direcionando assim investigações futuras.

FIGURA 33 – MAPA MENTAL DA SELEÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO



Fonte: A Autora (2021).

Vale comentar que tanto o teste de validade das fichas (Casa Suindara), quanto a condução propriamente dita do estudo de caso, contaram com a disponibilidade dos observadores-condutores, que cordialmente se dispuseram a participarem de vídeochamadas. Ambos são executores e/ou estiveram envolvidos no processo de execução.

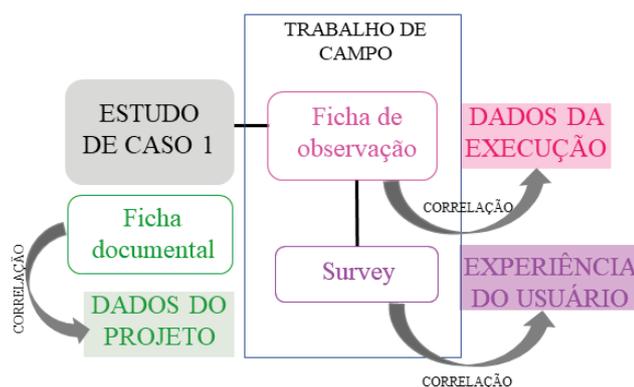
A pesquisa contou ainda com a disponibilidade dos ocupantes e/ou usuários das edificações, uma vez que preencheram a ficha questionário posterior a vídeochamada.

#### 4.4 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

Os protocolos serão registrados nesta pesquisa afim de que possa ser replicada por outros pesquisadores que desejarem estudar o mesmo tema ou temas similares (adobe, taipa de mão, cob, por exemplo).

É importante ter claro, que a intenção das três fontes de evidências do estudo de caso, é correlacionar os dados com as etapas de uma edificação, ou seja: a ficha documental traz os dados relativos ao projeto e as soluções tomadas nessa fase, enquanto a ficha de observação os dados relativos a execução da edificação e seu desempenho. Por fim, os questionários têm o intuito de trazer a experiência do usuário da edificação e suas impressões (FIGURA 34).

FIGURA 34 – CORRELAÇÃO DOS DADOS COLETADOS E AS ETAPAS DA EDIFICAÇÃO



FONTE: A Autora (2021).

#### 4.4.1 Levantamento de dados – ficha documental

Os dados documentais levantados foram separados em cinco seções. A primeira relaciona os dados gerais da edificação. Nesta seção são coletados dados referentes as plantas, cortes, elevações, programa e partido do projeto. Na sequência estão as perguntas de múltipla escolha, com respectivo detalhamento e/ou foto.

Nas quatro categorias subsequentes, os dados inseridos são relacionados às patologias levantadas no referencial teórico, referentes a decisões projetuais, sistematizadas na tabela síntese de patologias, no item 2.2.3.4.

Especificamente com relação as medidas protetivas, pode se observar que tais medidas são tomadas na fase projetual. Para tanto, essas quatro seções estão diretamente ligadas a coluna “medidas protetivas” da tabela síntese de patologias.

Tratam-se de 12 perguntas de múltipla escolha. Na parte final da ficha há espaço para registros complementares, de outras soluções projetuais inerentes e específicas deste sistema construtivo, que possam aferir novas soluções tecnológicas.

Para o preenchimento da ficha documental, considerou-se inicialmente os dados contidos nas publicações acadêmicas nas quais foram localizadas. Os dados não disponíveis em documento científico foram preenchidos através de entrevista com o projetista, na ocasião da vídeochamada. Os dados como clima e índices pluviométricos foram verificados no INMET (2020).

Para os projetos arquitetônicos, admite-se também utilizar sites de arquitetura confiáveis, como o *Archdaily*, site do próprio escritório autor do projeto.

A ficha documental completa e formatada está no Apêndice 1.

#### 4.4.2 Estrutura da ficha de observação

Em observância a tabela síntese de patologias (item 2.2.3.4 do referencial teórico) e a parte 4 da NBR 15575-4\_2013, que trata da avaliação do desempenho dos sistemas vedações verticais internas e externas – SVVIE, de edificações

habitacionais, foi desenvolvida a ficha de observação, preenchida na ocasião da vídeochamada, com a colaboração do observador-condutor.

Pela inexistência de norma técnica para construções em taipa de pilão até a presente data, tal norma baseou os critérios de avaliação, pois é a única que traz parâmetros de avaliação de desempenho das vedações, para edifícios de pequeno porte (até 5 pavimentos).

É sabido também que, como a norma não contempla edificações já construídas, os parâmetros contidos nelas são utilizados aqui como norteadores.

Para tanto, no que tange as orientações para o observador-condutor que irá aplicar a ficha, pede-se:

- a) Que se posicione a 1 metro da superfície do elemento a ser analisado;
- b) Estar dentro de um cone visual com ângulo igual ou inferior a 60°;
- c) Para ambientes externos: sob iluminação natural em dia sem nebulosidade;

É importante que o observador, como pré-requisito, leia o capítulo 2 desse documento científico, a fim de inteirar-se sobre as especificidades técnicas que envolvem as construções em taipa.

A condução e aplicação da ficha de observação foi feita via vídeochamada. Na ocasião, a ficha foi aplicada com o observador-condutor e com o pesquisador juntos, com a câmera do celular e/ou notebook posicionada a 1 metro de distância.

Os registros fotográficos foram enviados posteriormente pelo observador-condutor, mas também podem ser feitos por imagens capturadas da própria vídeochamada, caso essa esteja em alta resolução.

Com relação a estrutura do formulário, o documento foi dividido em duas partes. A primeira contém os dados da seleção do solo. Tratam-se de 8 perguntas ora de múltipla escolha, ora abertas, de forma descritiva. Preferencialmente orientase que o observador-condutor seja o executor da obra. Caso não seja possível, contatar o executor para o preenchimento.

Em seguida, a investigação prossegue na segunda parte da ficha, com a observação das paredes propriamente ditas, nomeadas como “Parede 1” e “Parede 2” e “Parede 3” e localizadas no espaço da ficha intitulado “Espaço para croqui da

localização das paredes”. Observar pelo menos 3 paredes elencadas em diferentes posições (paralela ao Sol, ou transversal ao Sol, por exemplo).

Para cada parede observada há 8 perguntas de múltipla escolha, com registros fotográficos e espaço para registros complementares. A ficha de observação totaliza 35 perguntas, pois enumera a condução a partir da observação de, no mínimo, 3 paredes. Para registros além deste número, pede-se que seja preenchida uma nova ficha, sempre seguindo a localização do croqui das paredes.

No fim da ficha, como se trata de uma pesquisa exploratória, há espaço para registros complementares, na observação das faces das paredes externas, caso haja observação de alguma outra patologia e/ou deformidade.

A ficha de observação completa e formatada está no Apêndice 2.

#### **4.4.3 Ficha do questionário**

Para a coleta dos dados referentes a percepção do usuário, seja residindo ou trabalhando, ou ainda visitando (caso o edifício selecionado para o estudo de caso seja institucional), elaborou-se um questionário.

Em virtude das barreiras sanitárias pela COVID-19, as fichas foram enviadas às pessoas indicadas pelo observador-condutor, sendo preenchidas de forma virtual. Porém, é importante que pelo menos 1 pessoa que preencha a ficha seja usuário atual da edificação.

O questionário é dividido em três seções. A primeira intenta traçar o perfil do usuário, ora com perguntas de múltipla escolha, ora com perguntas descritivas.

Em seguida, baseado no estudo feito por Guerra (2017), sobre a percepção estética das pessoas sobre a taipa de pilão, conduzido no Protótipo de edificação rural na UFMS (atual biblioteca do *campus*), 14 perguntas foram elaboradas, sobre a percepção estética do usuário.

Na terceira seção, a percepção ambiental é abordada, com 3 subdivisões, que verificam o conforto com relação a temperatura, a iluminação e a acústica. As perguntas foram elaboradas baseadas na pesquisa conduzida por Ochoa, Araújo, Sattler (2012).

A ficha questionário completa e formatada está no Apêndice 3.

#### 4.5 TESTES DE VALIDADE DAS FICHAS DO ESTUDO DE CASO

Uma vez atingidos resultados satisfatórios nos quatro testes de validade no planejamento da pesquisa, ou seja, na validade do *constructo*, validade interna, validade externa e confiabilidade, na sequência, conforme Yin (2005), realizou-se um estudo piloto na preparação final para a realização da coleta de dados.

Esse estudo intentou testar a aplicação das fichas do estudo de caso. Os critérios seguidos para a lógica de sua escolha foram a acessibilidade e compatibilidade com o estudo de caso. A acessibilidade não se refere à física e sim em relação ao contato com os executores (grupo HABIS-IAU-USP). Com relação a compatibilidade, segue a lógica de localização no estado de São Paulo, pela inexistência de edificações localizadas no estado do Paraná.

Ademais, outra característica que afere compatibilidade com o estudo de caso propriamente dito, é que a transferência de tecnologia e a consultoria na execução da Casa Suindara, foi feita pela empresa Taipal Construções em Terra Ltda., explicam Perrin e Ferreira (2014).

Nos dias 08/06/2021 e 10/06/2021 aconteceram então as videochamadas dos testes de validade das fichas. Thiago Lopes Ferreira, executor da Casa Suindara, foi o observador-condutor.

Os pontos importantes observados na condução e que acarretaram nas mudanças pontuais das fichas são apresentados a seguir.

Anterior a vídeo chamada, preencheu-se a ficha documental. Muitos dados não haviam sido localizados, inclusive em outras fontes. Para tanto, definiu-se que após o preenchimento prévio da ficha documental, seria realizada entrevista com o observador-condutor na ocasião da vídeo chamada (preferencialmente o executor do projeto), inclusive iniciando a condução por esse passo;

A falta de espaços descritivos análogos às perguntas de múltiplas escolhas, uma vez que cada solução executiva e projetual possuía suas próprias particularidades. Após essa constatação, foram adicionadas às fichas o campo “Espaço para registros complementares”;

No campus ao lado direito de cada pergunta de múltipla escolha, na ficha documental, observou-se que o anexo poderia ser, além de detalhamentos de projeto, uma foto do executado, uma vez que a edificação já está executada (mesmo em se tratando de aspectos que foram resolvidos na fase projetual);

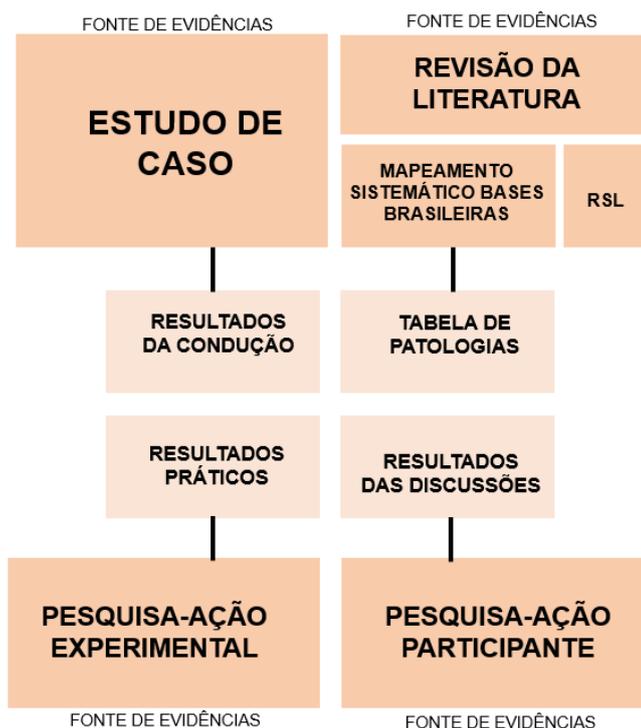
Na pergunta número 14 da ficha documental, adicionado o campus “Qual modulação”, a ser preenchida com o valor em metros da modulação;

Na ficha de observação, depois da condução do teste, verificou-se que as patologias acontecem sobretudo na face externa da parede, ajustando o protocolo de coleta de dados, para verificar então somente as faces externas das paredes.

#### 4.6 COLETA DOS DADOS DAS MÚLTIPLAS FONTES DE EVIDÊNCIAS

Como os dados oriundos do estudo de caso único configura-se como única fonte de evidências, foram coletados os resultados da pesquisa-ação experimental na Casa Teffé, a pesquisa-ação participante no comitê da ABNT e dados oriundos da literatura pela tabela de patologias, possibilitando assim a coleta de dados por múltiplas fontes de evidências (FIGURA 35).

FIGURA 35 – COLETA DE DADOS POR MÚLTIPLAS FONTES DE EVIDÊNCIAS



FONTE: A Autora (2021).

Para tanto, com o intuito de que a coleta de dados gerasse conteúdo compatível para a comparação das múltiplas fontes de evidências, para a coleta e tabulação dos dados da pesquisa-ação experimental e participante, seguiu-se o protocolo de coleta de dados do estudo de caso, sobretudo no que tange ao conteúdo observado.

#### 4.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a análise dos resultados, realizou-se a comparação dos dados das múltiplas fontes de evidências. Esta convergência de evidências ajuda a reforçar a validade do constructo do presente estudo de caso. (YIN, 2005).

Tratam-se dos dados da Ficha documental – que contém dados das edificações contidas em publicações científicas, da Ficha de observação – resultante da observação externa conduzida pelo próprio pesquisador, porém que necessita de

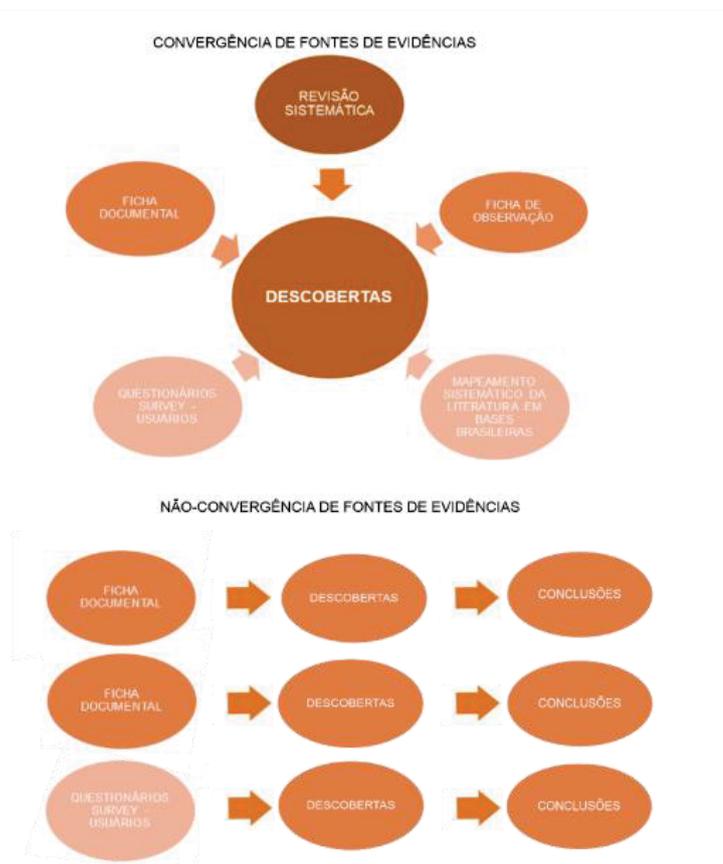
um observador-condutor, que acontece via videochamada; e dos questionários aplicados aos usuários da edificação.

Como há quatro fontes de evidências (estudo de caso, relato da pesquisa-ação experimental, relato da pesquisa-ação participante e literatura) para três fases da edificação (projetual, executiva e percepção do usuário), foi utilizado como base para a tabulação:

- Para os dados referentes a fase projetual, utilização da estrutura da ficha documental, seguindo a mesma sequência de questões de tal ficha;
- Para os dados referentes a seleção do solo (fase que antecede a fase executiva), utilização da estrutura da ficha de observação, seguindo a mesma sequência de questões de tal ficha;
- Para os dados referentes a fase executiva, utilização da estrutura da tabela de patologias, seguindo a mesma sequência de listagem de patologias. Nesta análise de resultados especificamente foram analisadas as preposições oriundas da condução da pesquisa-ação participante;
- Para os dados referentes a fase percepção do usuário, utilização da estrutura da ficha questionário, seguindo a mesma sequência de questões de da ficha.

Na fase final da tabulação e comparação, a respeito da convergência das fontes de evidências, na situação hipotética 1, as fontes de evidências convergem para um mesmo resultado. Já para a situação hipotética 2 (FIGURA 36) as fontes de evidências trarão resultados divergentes.

FIGURA 36 – COMPARAÇÃO DOS DADOS



Fonte: Adaptado de YIN (2005).

## 5 CONDUÇÕES – ESTUDO DE CASO E PESQUISAS AÇÃO EXPERIMENTAL E PARTICIPANTE

Uma vez delineado o método de pesquisa, bem como o método complementar de pesquisa (Pesquisa ação), conduz-se então os respectivos estudos.

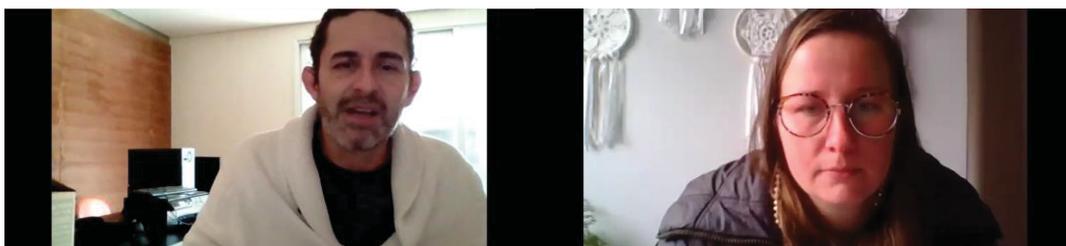
Primeiramente é apresentada a condução do Estudo de Caso. Na sequência, o processo da Pesquisa-ação experimental, iniciada em novembro de 2020 e concluída em maio de 2020.

Por fim, relata-se o processo da Pesquisa ação participante, com a participação da autora em reuniões da Comissão de Estudo ABNT/ CE -002:123.009 - Comissão de Estudo de Construções em Terra, que discutiu e redigiu o texto base para a Norma Brasileira de Taipa de Pilão.

## 5.1 CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A vídeochamada com o observador-condutor Márcio Vieira Hoffmann (FIGURA 37) aconteceu nos dias 14 e 15 de junho de 2021, porém o início do preenchimento da ficha se deu em agosto de 2020, com a ficha documental.

FIGURA 37 – FOTOGRAFIA DA TELA: VIDEOCHAMADA CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO



FONTE: A Autora (2021).

### 5.1.1 Ficha documental

De um modo geral, a ficha documental organiza e sistematiza os dados da fase projetual disponíveis na literatura. Para os dados que não estavam disponíveis, coletou-se as informações apresentadas e descritas na sequência.

A fundação da casa, executada em estacas de concreto armado, é uma solução recorrente em casas térreas de taipa de pilão, combinadas com a solução de vigas aparentes de concreto armado e inexistência de pilares, uma vez que as paredes de taipa não possuem resistência a tração.

A interface da taipa em contato com o solo foi solucionada com a feitura de um degrau de 10cm em concreto nas bases das paredes. Vale ressaltar ainda que para o dimensionamento da viga baldrame e vigas intermediárias, foi levado em consideração o peso da terra apilada.

Os beirais externos previstos possuem largura de 100 cm e o sistema de drenagem de águas pluviais de cobertura consiste num telhado em armação metálica, com telhas cerâmicas e calhas como captação de água pluvial, sem contato direto com a taipa. Nos três blocos, o sistema possui única água;

Márcio além de ser o executor da casa Colinas, também é o projetista e explicou que graças a falta de modulação nas paredes, que possuem de 7 a 8 m de comprimento, surgiram bastantes trincas de movimentações higrotérmicas. Márcio explana a respeito das instalações hidráulicas que, apesar de aparentes, foram projetados de forma a serem escondidos pelos móveis e bancadas da cozinha e banheiros.

As demais perguntas foram preenchidas com dados contidos no site *Archdaily* e no site da Fato Arquitetura.

A ficha documental completa está disponível no Apêndice 4.

### 5.1.2 Ficha de observação

Para o preenchimento da ficha de observação, todas as perguntas foram preenchidas na ocasião das vídeoconferências. As fotos anexadas foram adicionadas após o recebimento, posterior a condução da vídeoconferência, de forma a não comprometer a qualidade dos registros.

Para tanto, na sequência são feitas explicações a respeito das perguntas subsequentes, uma vez que a ficha de observação completa preenchida está disponível no Apêndice 5.

Da pergunta 1 a 5 são explorados dados a respeito da seleção do solo. O observador-condutor explica que, como para a implantação da edificação se fez necessário aterramento e não corte, na ocasião da seleção dos solos, foram pré-selecionadas duas jazidas em bairros próximos: a Artemis e a São Pedro.

Em Piracicaba há o *campus* de Agronomia da USP, no qual há laboratório de solos. Como a fundação da universidade presta ensaios laboratoriais à sociedade, com custo simbólico, Márcio adapta dois ensaios originalmente destinados à mecânica dos solos, para verificação granulométrica e de composição do solo. São eles: Análise granulométrica, que demonstra as quantidades de argila, silte e areia; e análise de fertilidade, que traz o indicador CTC (capacidade de troca catiônica), que identifica o tipo predominante de argila mineral.

Solos com grande quantidade de argila possuem maior CTC pelo arranjo estrutural que permite maior entrada de água e nutrientes nas entre camadas,

promovendo uma alta saturação por bases e ótima fertilidade natural. Além da quantidade de argila, é importante saber o tipo: caulinita é um tipo de argila menos ativa, criando menores retrações, enquanto a montmorilonita é mais ativa, criando maiores retrações.

Como os resultados apresentaram uma terra arenosa, não se fez necessária a correção granulométrica. Contudo, estabilizou-se a massa com o traço de 1 parte de cimento *Portland* CP3 para cada 10 partes de terra. Esse tipo de cimento possui dureza menor em comparação com o CP2 e é mais indicado para estabilização da taipa, por promover melhores interações químicas.

Com relação a mecanização no processo executivo, conforme se observa na Pergunta 6, verificou-se que houve na extração e transporte da terra, nos quais foram usados trator e caminhão, já que a terra utilizada é oriunda de jazida, inclusive necessitando de transporte até o local da edificação.

Para a mistura e homogeneização da massa utilizou-se misturador de pás rotativas. A utilização desse tipo de misturador permite utilizar a terra sem peneirar, uma vez que as pás rotativas não deixam formar torrões na massa.

Para os transportes da massa ao taipal não houve mecanização, sendo feito de forma manual, com baldes. Apenas em uma obra a Empresa Taipal utilizou *Bobcat* e Mini pá carregadeira para mecanizar tal processo. Para a compactação, a utilização do compactador pneumático (*Tamper* CPO 3) da Chicago Pneumax. Esse maquinário é americano e só disponível para compra naquele país.

No que tange às fôrmas (Pergunta 7), verifica-se que as utilizadas na construção, da Empresa Taipal são todas projetadas, de aço, com estrutura treliçada formada por perfis tipo Metalon e barras chatas (0,55 por 1,10 m), fechadas lateralmente por travessas e chapas de compensado plastificado.

Já com relação as patologias de execução das paredes, sob um olhar autocrítico do construtor (Pergunta 8), para o único item demarcado – ondulações, a causa é atribuída ao Madeirit utilizado de baixa qualidade.

As trincas e fissuras posteriormente observadas ocorreram graças tanto às movimentações da fundação e vigas baldrame, como à falta de modulação das paredes, sendo elas muito extensas (7 e 8 metros em média) e não pela falta de travamento das fôrmas (movimentações na compactação);

Da pergunta 9 a pergunta a 17 explorou-se a observação da Parede 1, sendo verificadas trincas e fissuras (causadas ou pelas movimentações térmicas e higrotérmicas, ou tensões concentradas pelo peso da cobertura);

Da pergunta 18 a pergunta a 26, sobre a observação da Parede 2, foram também constatados pontos de erosão e trincas e fissuras, assim como na Parede 3 (da pergunta 27 a pergunta a 35). Nesta última, há ainda pequenos pontos de eflorescência superficial.

### **5.1.3 Ficha questionário – Percepção sobre a taipa**

Finalizando o processo de condução do estudo de caso, aplicou-se a ficha questionário com a Luna Hoffmann, filha de Márcio Hoffmann. Como apenas os dois moram na edificação e Márcio foi o observador-condutor, a ficha foi respondida apenas por ela.

O preenchimento aconteceu após a condução das vídeo Chamadas, sem acompanhamento, sendo enviada e recebida preenchida via e-mail.

A ficha questionário completa preenchida é apresentada no Apêndice 6.

### **5.1.4 Análise do fundamento lógico do caso decisivo**

Para análise dos dados compilados no estudo de caso, conforme fundamento lógico do caso decisivo (FIGURA 33), são listados tanto os dados que confirmam a literatura (teste da literatura), tanto os dados que refutam a literatura (direcionando investigações futuras).

Dados que confirmar a literatura:

- Base de 10cm em concreto nas bases das paredes, de modo a retirá-las do contato direto com o solo;
- Beirais eficientes de 100cm, já que não há focos de umidade aparentes;
- Trincas e fissuras provavelmente graças a falta de modulação das paredes;
- Eficiência do misturador de pás rotativas na mistura da massa;
- Importância do desempenho das fôrmas no processo;

Dados que refutam a literatura:

- Trincas e fissuras presentes em todas as paredes, uma vez que foram projetadas as estruturas e fundação, bem os testes laboratoriais na seleção do solo e, ainda executadas com fôrmas eficientes e travadas;
- Eflorescência superficial presente na Parede 3, mesmo sendo feitos testes laboratoriais na seleção do solo e estabilização química com cimento.

Por fim, listados em informações inéditas, não contidas em literatura:

- Sistema de drenagem das águas pluviais das coberturas sem contato direto com a taipa: não há focos de umidade aparentes;
- Teste laboratorial Análise de fertilidade, que traz o indicador CTC (capacidade de troca catiônica), teste originalmente executado por agrônomos, mas eficiente para a seleção do solo para fins construtivos;
- Estabilização química com cimento *Portland CP3*;

## 5.2 PESQUISA AÇÃO EXPERIMENTAL

A Reforma e Ampliação da Casa Teffé iniciou-se com o projeto, desenvolvido de novembro de 2020 a janeiro de 2021. Na sequência, em fevereiro de 2021 iniciou a execução. São relatados na sequência o processo completo.

### 5.2.1 Projeto

O terreno de implantação da edificação localiza-se no bairro Cachoeira, em Almirante Tamandaré/PR. Na ocasião da visita ao terreno de 360m<sup>2</sup>, foi detectada a preexistência de casa em alvenaria convencional, de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> (área dentro da linha tracejada vermelha na FIGURA 38). Tratava-se de uma casa térrea pequena com laje de concreto armado e cobertura em telha de fibrocimento.

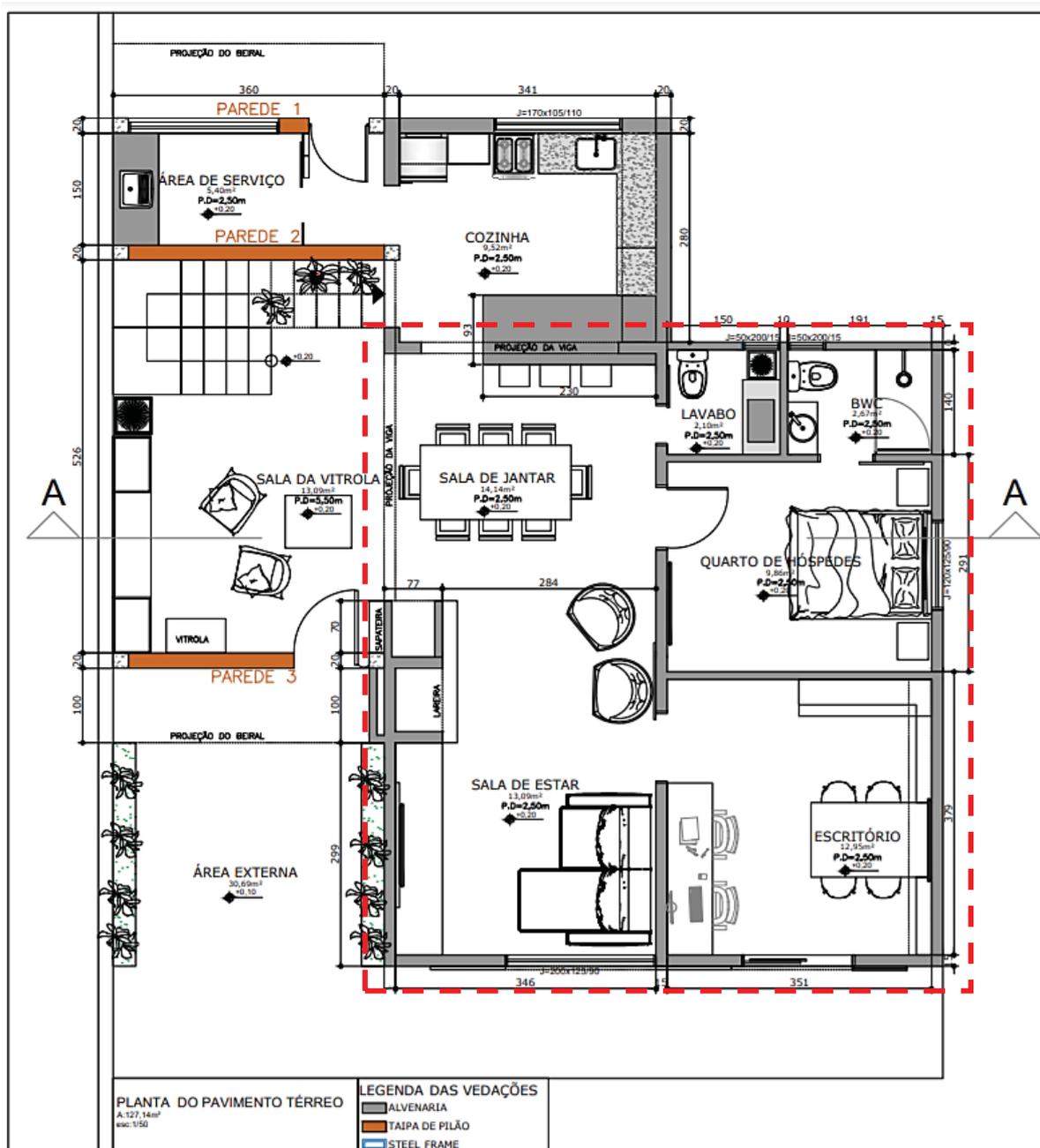
A ideia do casal era ampliar os cômodos, integrando-os de maneira que a casa comportasse espaços de recepção. A estética escolhida da taipa de pilão vem aliada à estética dos materiais brutos e aparentes.

Para tanto, remodelou-se a área, sendo adicionadas as áreas da cozinha, área de serviço e sala da vitrola – esse último ambiente previsto com pé direito duplo.

Assim sendo, duas paredes de taipa de pilão foram previstas para a sala da vitrola, com altura total de 5,40m (FIGURA 38), e 1 parede prevista para a área de serviço, com altura total de 2,70m.

Com relação a espessura adotada em todas as paredes, analisou-se as larguras adotadas nas paredes do CEPED (1984) – 12 cm; as adotadas nas paredes da Casa Colinas - 20cm, confrontando ainda com a largura indicada no texto-base da ABNT (quando 100% da terra peneirada passa na abertura de malha de 19 mm adotar espessura entre 12 cm e 20 cm), assumindo dessa maneira a maior largura – 20cm, pelas paredes 2 e 3 serem de pé-direito duplo.

FIGURA 38 – PLANTA DO TÉRREO

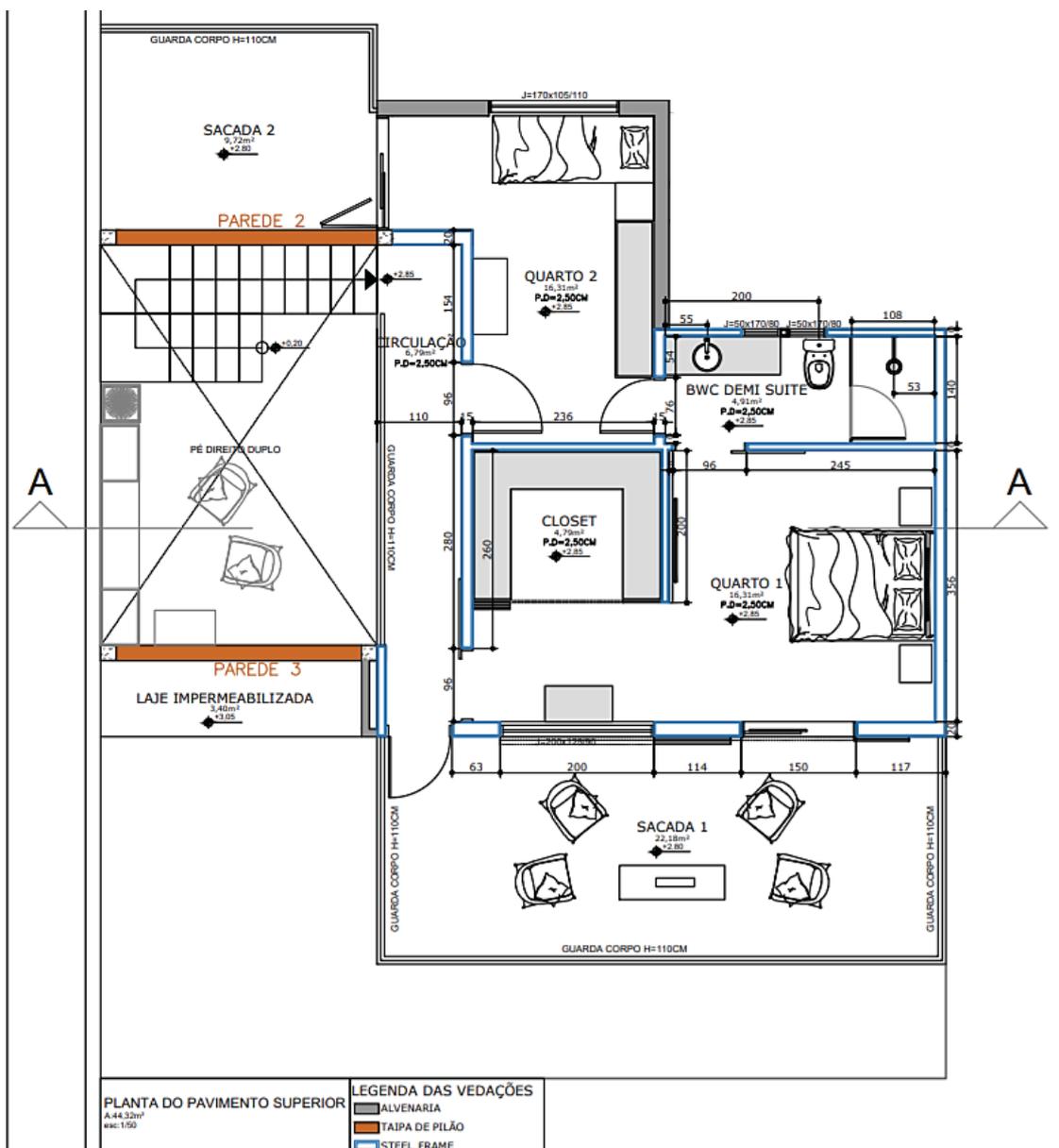


FONTE: A Autora (2021).

Por conseguinte, adicionou-se o andar superior (FIGURA 39), previsto para ser executado com um sistema construtivo leve, para não comprometer a estrutura preexistente de concreto armado esbelta. A decisão foi embasada em laudos feitos

por dois engenheiros civis, através de visitas técnicas ao local. Dessa maneira, após pesquisa de mercado, definiu-se o *steel frame*, por questões de custos.

FIGURA 39 – PLANTA DO SUPERIOR

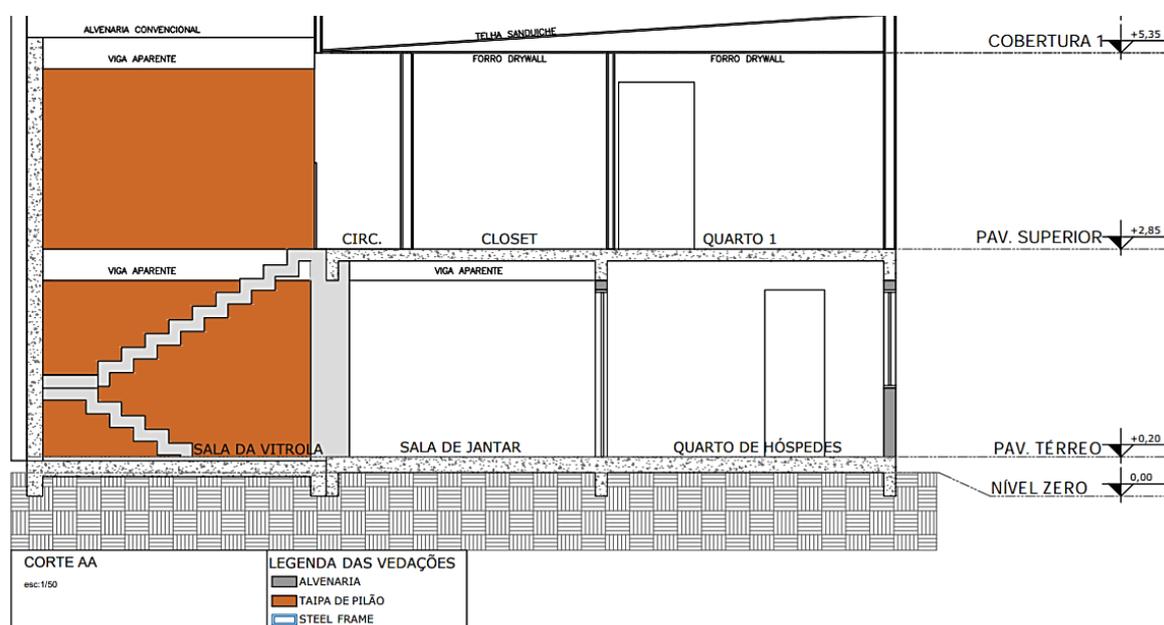


FONTE: A Autora (2021).

As paredes de taipa de pilão estão presentes nesse pavimento através das paredes do mezanino da sala da vitrola. Tais paredes possuem painéis de 3,40 de largura por 2,30 de altura, com vigas intermediárias em concreto armado entre os dois painéis, a fim de evitar esmagamento da estrutura do painel térreo.

Para tanto, é possível observar a altura total das paredes do mezanino (sala da vitrola) no corte AA (FIGURA 40). Tratam-se de paredes com painéis com alturas intermediárias de 2,30m, com viga intermediária aparente de 40cm de altura e viga superior da mesma altura, para cintamento da cobertura, totalizando 5,40m de altura total. Por questões estéticas, a altura remanescente para se atingir o nível geral da cobertura 2 (nível 6,15m), ou seja, 30 cm, foi executada com alvenaria convencional.

FIGURA 40 – CORTE AA



FONTE: A Autora (2021).

O resultado final é demonstrado na perspectiva eletrônica (FIGURA 41). Observa-se a presença de beirais largos nas paredes em taipa de pilão (100cm de largura e 3,40 de comprimento), bem como o desenho da esquadria fixada na parede da fachada principal – seguindo a altura da viga intermediária, com bandeirola superior na esquadria.

FIGURA 41 - PERSPECTIVA ELETRÔNICA DA CASA TEFFÉ



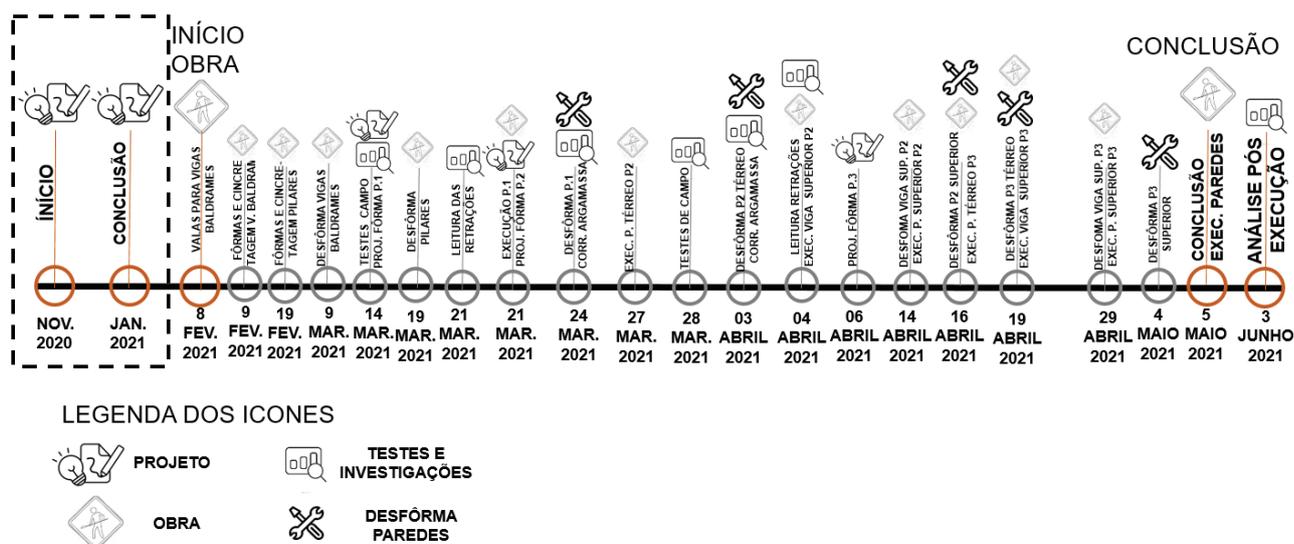
FONTE: A Autora (2021).

Para apresentação do processo executivo das 3 paredes de taipa, as mesmas foram nomeadas respectivamente de “Parede 1”, “Parede 2” e “Parede 3”, de acordo com sua ordem de execução, iniciando pela Parede 1. A localização das três paredes segue a disposição conforme as plantas já apresentadas (FIGURAS 38 e 39).

Tal ordem foi estabelecida de acordo com a hierarquia das fachadas, entendendo dessa maneira que, a medida em que vão sendo executadas, a experiência executiva é aprimorada pela prática.

A fim de especializar o processo executivo da Casa Teffé, realizou-se a linha do tempo (FIGURA 42) e que será explanado na sequência, detalhadamente.

FIGURA 42 – LINHA DO TEMPO DA CONSTRUÇÃO DA CASA TEFFÉ



FONTE: A Autora (2021).

### 5.2.2 Início da obra, bases das paredes e esquema dos pilares

A obra iniciou dia 8 de fevereiro de 2021 com a feita das valas das vigas baldrame das paredes de taipa de pilão (FIGURA 43). Na sequência, dia 9 de fevereiro foram confeccionadas as fôrmas com tábuas de pinus de 250 por 30 cm (segundo a altura de 30 cm para as alturas das vigas). Após 28 dias de cura, no dia 9 de março as vigas de concreto foram desformadas e aplicadas uma camada impermeabilizante Neutrol, da Vedacit. (VEDACIT, 2021)

Nesse interim, no dia 19 de fevereiro, foram confeccionadas as fôrmas dos pilares de concreto armado, desformados no dia 19 de março. Para melhor aderência do concreto armado com a taipa de pilão, foi executada guia interna no pilar, com tubo de PVC de 50mm cortado longitudinalmente, com a parte côncava para a taipa e convexa para o concreto armado (CEPED, 1984).

Para as vigas baldrame, adicionou-se ainda degrau de sobressalto de 10cm de concreto, ao longo de todo comprimento das paredes de taipa, de maneira a evitar contato direto com o solo.

FIGURA 43 – VIGAS BALDRAMES, DEGRAU DE SOBRESSALTO E PILARES



FONTE: A Autora (2021).

### 5.2.3 Testes de campo, ferramentas e maquinários utilizados

Cerca de mês após o início da obra, em 14 março de 2021, iniciaram-se os testes para verificar o nível de atividade da argila (retração), através do Teste da caixa, conforme as orientações da Cartilha do CEPED (1984).

Detectou-se também através do Teste de bolo, que a terra do local era predominantemente argilosa. Esse teste consiste em colocar na palma da mão uma porção de terra úmida, formando uma bola, que deve ser golpeada, até que aflore uma película de água na superfície (SATO, 2012). Foram necessários 11 golpes para aflorar a terra (segundo Sato, o limite de golpes para definir como adequada é 10).

Foram seguidas as seguintes dimensões para a confecção das fôrmas dos corpos de prova do Teste da caixa: 60 cm de largura, 8,5 cm de profundidade e 3,5 cm de altura. As caixas foram untadas com óleo diesel, garantindo que na desforma, os corpos de prova não apresentassem superfícies com aderência às faces internas das fôrmas (CEPED, 1984).

A terra foi retirada do próprio local de implantação da edificação (FIGURA 44). Foram executadas no terreno valetas para drenagem, bem como retirada de terra para caixa de gordura. Essa terra fora utilizada para os testes de campo, para execução da Parede 1 e para a execução do painel do pavimento térreo da Parede 2.

FIGURA 44 – SELEÇÃO, SECAGEM, PENEIRAMENTO E FEITURA DOS CORPOS DE PROVA



FONTE: A Autora (2021).

No dia 14 de março a terra já extraída e seca foi peneirada, bem como a areia para adição e correção granulométrica. Na sequência fez-se a mistura dos componentes, adicionando água gradualmente e colocando a massa resultante nos corpos de prova (FIGURA 45). As três amostras receberam 1 parte de cimento *Portland* (CP2) para estabilização química. Testou-se 3 traços distintos:

- Corpo de prova 1: 3 partes de areia para cada 7 partes de terra;
- Corpo de prova 2: 4 partes de areia para cada 6 de terra e;
- Corpo de prova 3: 2 partes de areia para cada 8 de terra.

FIGURA 45 – TESTES DA CAIXA COM OS RESULTADOS DAS RETRAÇÕES

1-		<b>RETRAÇÃO IGUAL A 2CM</b>	1-		3 DE AREIA 7 DE TERRA 1 DE CIMENTO
2-		<b>RETRAÇÃO MENOR QUE 2CM</b> MENOR RETRAÇÃO OBSERVADA	2-		4 DE AREIA 6 DE TERRA 1 DE CIMENTO
3-		<b>RETRAÇÃO MAIOR QUE 2 CM</b> MAIOR RETRAÇÃO OBSERVADA	3-		2 DE AREIA 8 DE TERRA 1 DE CIMENTO

FONTE: A Autora (2021).

Após aguardar 7 dias de cura e secagem dos corpos de prova, fez-se a leitura das retrações (lado direito da FIGURA 45). Foram observadas as seguintes retrações: o corpo de provas com maior retração fora o 3 e o com menor retração o corpo de provas 2. O corpo de provas 1 obteve maior retração em comparação ao corpo de provas 2 (2 cm – que conforme Cartilha trata-se da retração limite para um bom desempenho da parede). Adotou-se então o traço de correção granulométrica do Corpo de prova 2, estabilizado com 1 parte de cimento *Portland*.

Uma vez determinados os traços, parte-se então para a confecção das fôrmas seguida da mistura da massa e sua homogeneização, transporte para as fôrmas e compactação. Para a confecção das fôrmas e das três paredes foram utilizados as seguintes ferramentas e maquinários:

- Pilão: com relação aos pilões utilizados para a compactação, não foi encontrado para alugar e/ou comprar o compactador pneumático, então foi desenvolvido pilão de madeira para a Parede 1. Como a Parede 2 possuía mais massa para apiloamento, desenvolveu-se então o segundo pilão, com mais peso (FIGURA 46);

- Makita circular telescópica (FIGURA 46);

FIGURA 46 – FERRAMENTAS: PILÕES, MAKITA TELESCÓPICA E BETONEIRA



FONTE: A Autora (2021).

- Betoneira de 120 litros para a mistura e homogeneização da massa (FIGURA 46);

- Para o transporte e lançamento da massa da betoneira ao taipal, foram utilizados carrinho de mão e balde (34cm de altura e 30cm de diâmetro). Peneirou-se a terra com peneira circular de furação de 5 mm, sendo substituída posteriormente por peneira de 150cm por 70cm, com mesma furação (FIGURA 47);

FIGURA 47 – FERRAMENTAS PARA O TRANSPORTE DA MASSA AO TAIPAL



FONTE: A Autora (2021).

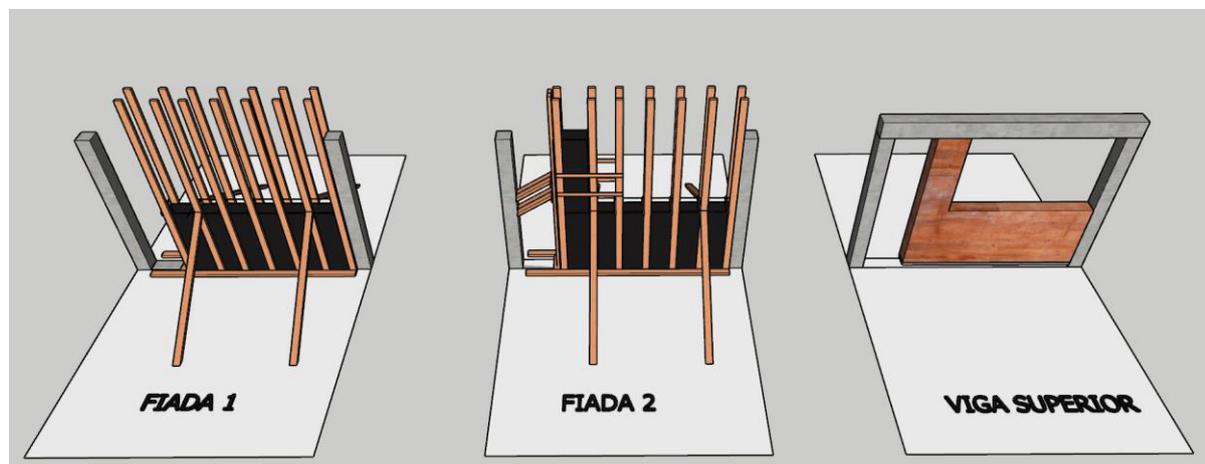
#### 5.2.4 Execução da Parede 1 - Parede da lavanderia

Concomitante aos testes de campo foram projetadas as fôrmas das paredes. Para as fôrmas, utilizaram-se caibros e ripas de madeira cambará, com as medidas 4,5cm por 9,5 cm e 2cm por 5 cm (tanto para os montantes verticais, quanto para os travamentos horizontais).

Para o fechamento utilizou-se Madeirit plastificado comercial de 244cm por 122 cm, conforme a Cartilha do CEPED (1984). A partir de tais medidas foram lançados os montantes com os caibros maiores, distantes a 30cm entre si. Os caibros menores foram utilizados como travamento. Para travamento entre madeiras, utilizou-se pregos 17x27 e entre o caibro e piso parabolts de 10mm de diâmetro.

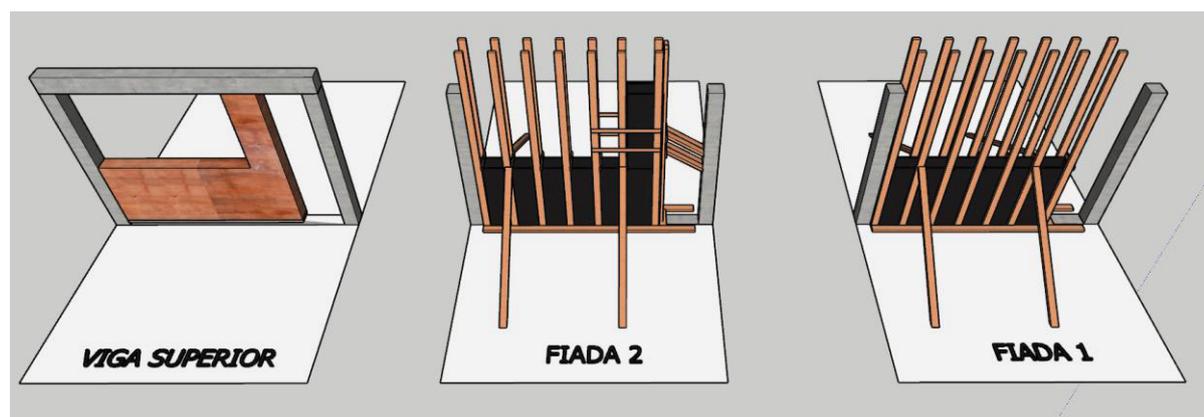
As chapas de Madeirit foram recortadas apenas na área da parede ao lado da janela. O material fora escolhido pela sua alta taxa de reutilização - conforme informado pelo fornecedor pode ser utilizado até 16 vezes. (GRANADA, 2021)

FIGURA 48 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 1 – VISTA EXTERNA



FONTE: A Autora (2021).

FIGURA 49 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 1 – VISTA INTERNA



FONTE: A Autora (2021).

As fiadas foram definidas pela altura do Madeirit plastificado (FIGURAS 48 e 49), sendo a primeira fiada definida pela altura de 122cm e a segunda fiada com a mesma altura, enchendo e compactando a parede até sua altura final. A perspectiva que demonstra a fase da “viga superior” apresenta o seu resultado geométrico final.

Uma vez definido o projeto da fôrma 1, iniciou-se então a execução das fôrmas no dia 21 de março de 2021 (FIGURA 50). Montou-se a fôrma em ½ dia (levando em consideração 8 horas de um dia de trabalho), em 2 pessoas. Nesta

mesma semana, retirou-se a terra do local para a secagem ( $\frac{1}{2}$  dia para a retirada, 1 dia de secagem e  $\frac{1}{2}$  para peneirar).

FIGURA 50 – REGISTROS DA MONTAGEM DA FÔRMA DA PAREDE 1



FONTE: A Autora (2021).

Para encher as duas fiadas foram necessárias 5 betoneiras. Executou-se o apiloamento em uma pessoa em 1 dia, porém, sendo necessário um ajudante para auxiliar no transporte e lançamento ao taipal.

As camadas lançadas a fôrma seguiram a espessura de aprox. 20cm não apiloada. Na ocasião do apiloamento, verificou-se a dificuldade de locomoção gerada pelo posicionamento dos montantes (FIGURA 51), bem como a dificuldade de manter constância ao longo do comprimento total da parede, já que a medida em que se sobem as camadas de apiloamento, se aumenta o cansaço físico dos operários, diminuindo a força despendida. Para a desforma, no dia 24 de março, gastou-se 1 hora de trabalho.

FIGURA 51 – APILOAMENTO – LOCOMOÇÃO DO OPERÁRIO E DENTRO DO TAIPAL



FONTE: A Autora (2021).

Na desforma da parede, foram detectadas pequenas falhas de compactação (lado esquerdo da FIGURA 52), ocorridas graças ao cansaço do operário acumulado, uma vez que acontecem nas ultimas camadas de apiloamento. Foram necessárias então aplicações de argamassa para ajustes dos espaços vazios. Para tal serviço, foram empreendidas 3 horas de trabalho, executados no mesmo dia da desforma.

FIGURA 52 – DESFORMA DA PAREDE 1 – ANTES E DEPOIS DA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA CORRETIVA



FONTE: A Autora (2021).

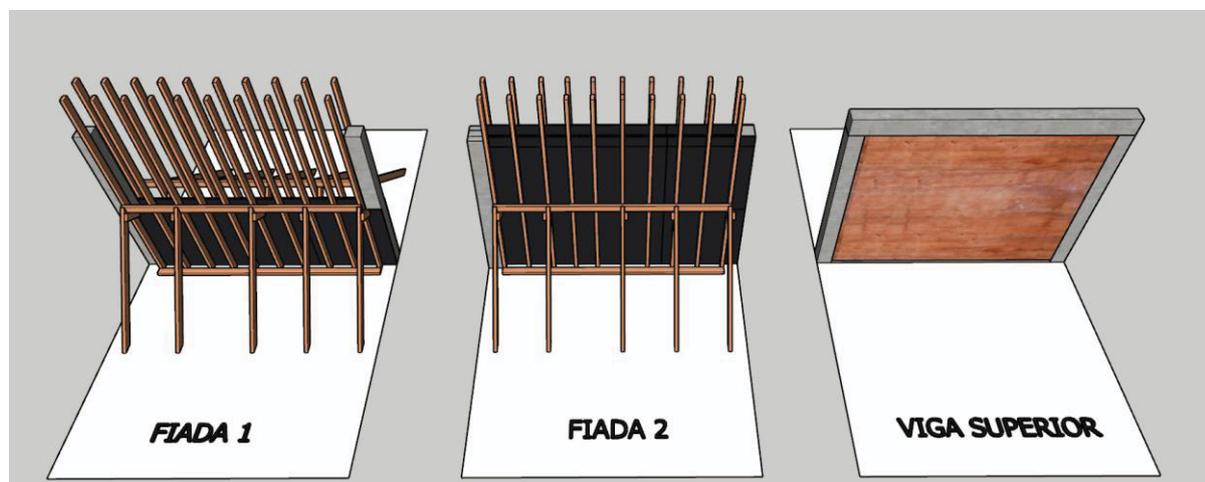
A argamassa corretiva foi desenvolvida com o mesmo traço e terra retirada das valetas de drenagem do terreno. Utilizou-se balde de medição, adicionando a betoneira 4 baldes de areia peneirada, 6 de terra peneirada, 2 baldes de água e 50ml de Murafan 39 – aditivo de argamassa adesivo polimérico, de base acrílica de alto desempenho para chapiscos e argamassas. (MC-BAUCHEMIE, 2021)

### 5.2.5 Execução da Parede 2 – parede da escada

Concomitante a execução da parede 1, desenvolveu-se o projeto das fôrmas da parede 2, com os mesmos materiais da parede 1, adicionando apenas mais montantes de travamento, pela ausência de esquadrias na mesma.

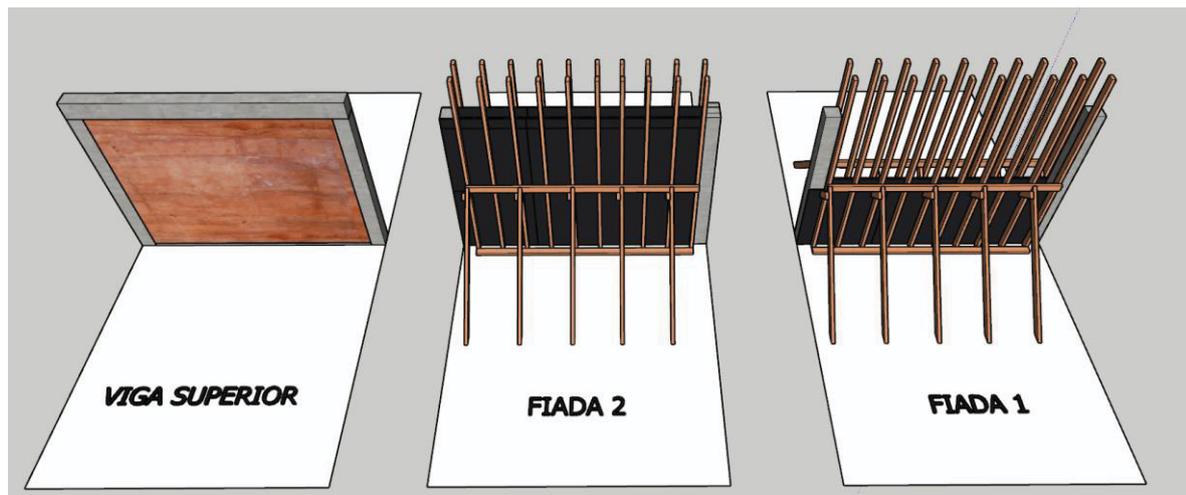
Essa parede, por possuir pé-direito duplo, possui dois painéis: o primeiro denominado térreo, está locado atrás da escada, sendo executado antes da caixaria da escada. Na sequência, acima do painel térreo está o painel superior (FIGURA 53 e 54).

FIGURA 53 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 2 – PAINEL TÉRREO - VISTA ÁREA DE SERVIÇO



FONTE: A Autora (2021).

FIGURA 54 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 2 – PAINEL TÉRREO - VISTA INTERNA

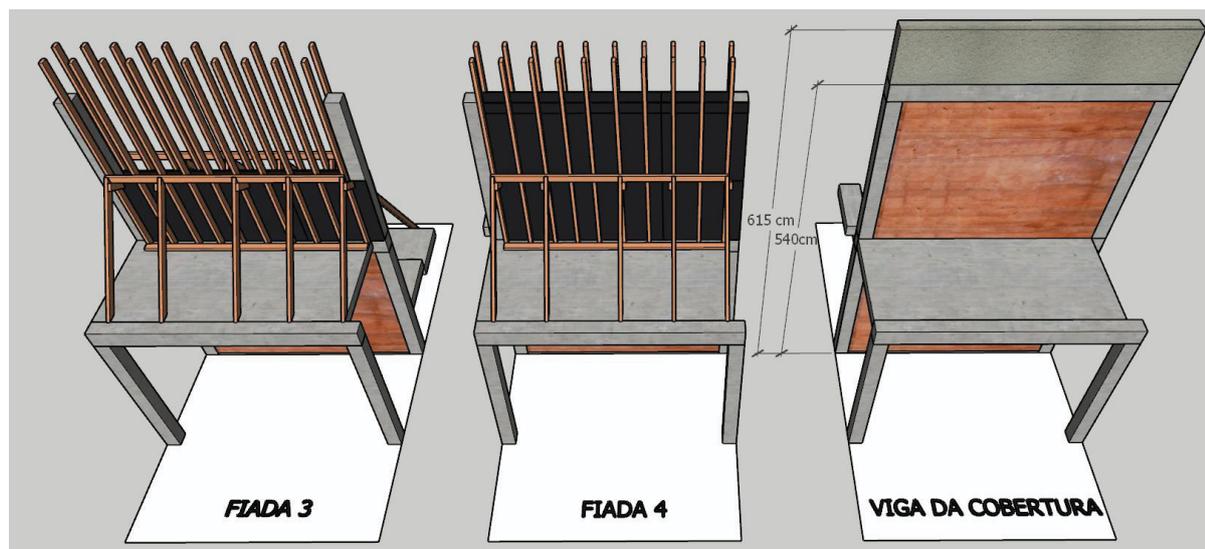


FONTE: A Autora (2021).

Na sequência, para melhor aproveitamento das fôrmas, definiu-se em projeto que, após desforma do painel térreo e a concretagem da viga superior, seria montada a mesma fôrma para o painel superior (FIGURAS 54 e 55).

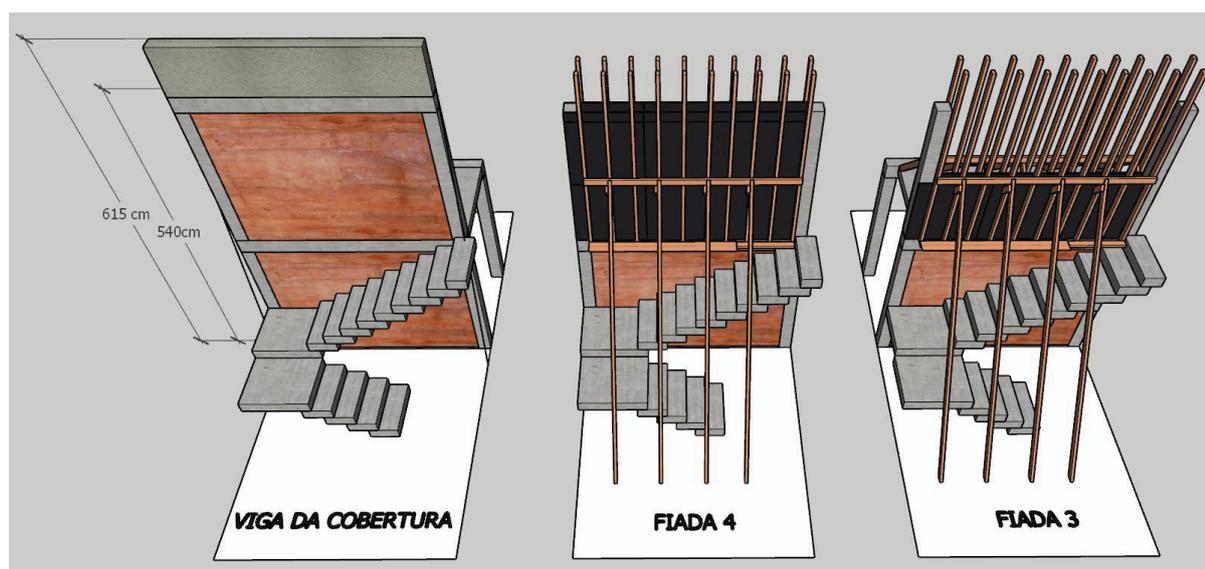
Algumas dificuldades foram observadas no projeto, todas relacionadas ao travamento da fôrma do painel superior. A mais importante foi o travamento da fôrma na vista da escada, já que não havia beiral como no caso da vista da área de serviço e externa (FIGURA 55). Como solução, alongou-se os caibros, de modo que seus respectivos comprimentos atingissem o chão do térreo.

FIGURA 55 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 2 – PAINEL TÉRREO – VISTA ÁREA DE SERVIÇO E EXTERNA



FONTE: A Autora (2021).

FIGURA 56 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 2 – PAINEL SUPERIOR – VISTA DA ESCADA



FONTE: A Autora (2021).

Resolvidas as questões observadas no projeto das fôrmas, na semana seguinte, iniciou-se a montagem da forma do painel térreo, no dia 27 de março (FIGURA 58). Esse trabalho foi executado em duas pessoas e gastou-se 1 dia completo de trabalho. Para retirada da terra, foi necessária a abertura de um buraco

feito ao lado da cozinha, no terreno (FIGURA 57), já que demandava maior quantidade de terra, para enchimento desse painel.

FIGURA 57– BURACO DE RETIRADA DA TERRA PARA A PAREDE 2



FONTE: A Autora (2021).

Foram necessárias lonas para cobrir a superfície do buraco, uma vez que nessa semana houveram dias chuvosos. Dispendeu-se  $\frac{1}{2}$  dia para a retirada do local, 1 dia para secagem e mais  $\frac{1}{2}$  dia para peneirar a terra.

FIGURA 58 – MONTAGEM DO PAINEL TÉRREO DA FÔRMA DA PAREDE 2



FONTE: A Autora (2021).

Para encher as duas fiadas utilizaram-se 8,5 betoneiras, ou seja, para cada painel, totalizando 17 betoneiras para a parede completa, com o traço o mesmo traço da parede 1 - 9 baldes de terra, 6 de areia e 1,5 de cimento. O apiloamento foi executado por 1 pessoa em 1 e ½ dia, com um ajudante para auxiliar no transporte e lançamento ao taipal.

Vale ressaltar que a mesma fôrma montada para o painel térreo foi utilizada para o painel superior, modificando apenas os travamentos.

Dia 3 de abril desformou-se a parede, detectando também nesta parede falhas importantes de compactação (lado esquerdo da FIGURA 59). Para esse serviço, gastou-se mais 1 hora de trabalho.

FIGURA 59 – DESFORMA DO PAINEL TÉRREO DA PAREDE 2 – ANTES E DEPOIS DA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA CORRETIVA



FONTE: A Autora (2021).

Igualmente como a Parede 1, foram necessárias aplicações de argamassa para ajustes dos espaços vazios (falhas na compactação). Para tal serviço, gastou-se 1 e ½ horas de trabalho em 3 pessoas.

Após tais correções e, após verificar que a terra do próprio sítio era insuficiente para a execução dos demais painéis e pela inexistência de outra área no terreno para extração de terra, foi necessário comprar terra de jazidas próximas, no bairro Abranches em Curitiba. Essa terra foi oriunda de uma movimentação de terra para construção de edificação pequena, no mesmo bairro.

Antes de comprar a terra, em visita ao local, foram retiradas quantidades para realizar os testes de campo, nos corpos de prova.

O mesmo procedimento foi adotado (CEPED, 1984). Como o resultado do traço de 2 partes de areia para 8 partes de terra obteve, no teste anterior com a terra do terreno, resultados com retrações muito expressivas, descartou-se tal traço.

Após 7 dias de cura, pode se observar resultados semelhantes aos observados nos corpos de prova da terra do terreno, com retração igual a 2 cm para o corpo de prova 1 e retração menor que 2cm para o corpo de prova 2, adotando dessa maneira o mesmo traço para correção granulométrica já praticado (FIGURA 60).

FIGURA 60 – CORPOS DE PROVA APÓS 7 DIAS DE SECAGEM – TRAÇOS E LEITURA DA RETRAÇÃO

	TRACO	RESULTADO
1-	3 DE AREIA 7 DE TERRA 1 DE CIMENTO	RETRAÇÃO IGUAL A 2CM
2-	4 DE AREIA 6 DE TERRA 1 DE CIMENTO	RETRAÇÃO MENOR QUE 2CM

FONTE: A Autora (2021).

Concomitante a leitura das retrações da nova terra, foi executada a viga superior em concreto armado (entre o painel térreo e o superior da Parede 2), no dia 4 de abril. Entendendo que as curas poderiam ser feitas simultâneas (da taipa e do concreto armado), uma vez que se tratam de materiais distintos, no dia 14 de abril a viga foi deformada.

Na sequência, o trabalho prosseguiu com a execução do painel superior da Parede 2. Como a fôrma já estava montada, foram necessárias apenas 2 horas para fixação da fôrma e feitura dos travamentos (FIGURA 61).

FIGURA 61 – MONTAGEM DO PAINEL SUPERIOR DA FÔRMA DA PAREDE 2



FONTE: A Autora (2021).

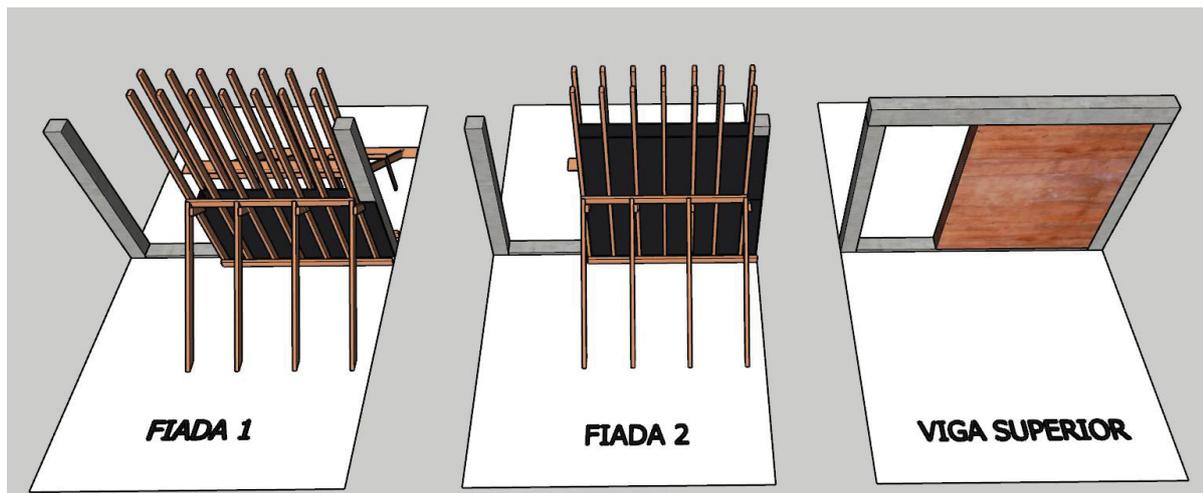
No que tange a execução do painel superior da Parede 2, para preparação da massa, transporte e lançamento da massa ao taipal, apiloamento e desforma, os tempos foram iguais a execução do painel térreo desta mesma parede. Na ocasião da desforma, no dia 16 de abril, não foram detectadas falha de compactação.

### 5.2.6 Execução da Parede 3 – fachada principal

Assim como ocorreu no processo de projeto das fôrmas da Parede 2, o projeto das fôrmas da Parede 3 foi concomitante a execução da Parede 2, utilizando também os mesmos materiais das fôrmas anteriores.

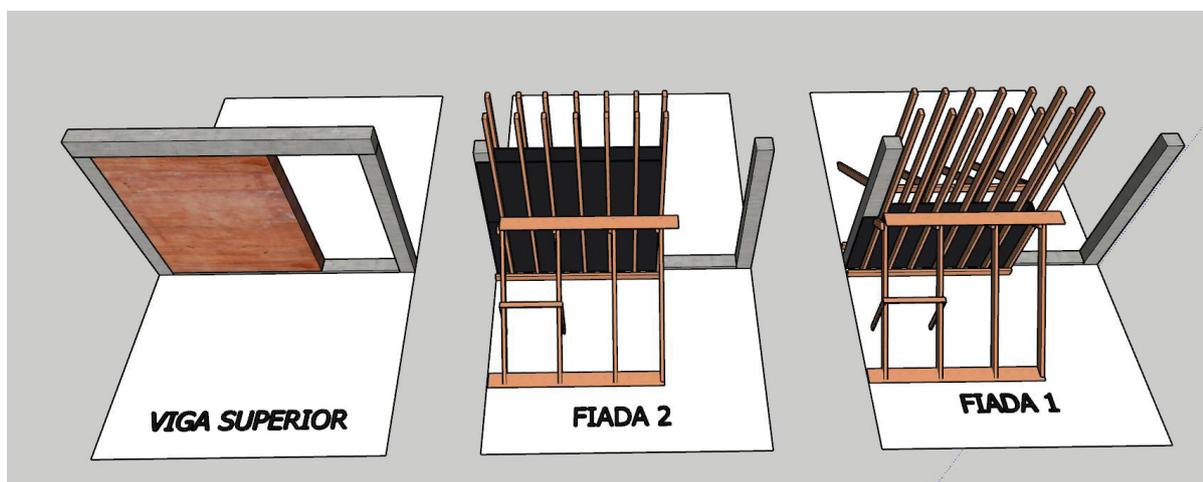
Essa parede também possui pé-direito duplo, sendo dividida em dois painéis: térreo (FIGURAS 62 e 63) e superior, sem vãos de esquadria (FIGURAS 64 E 65).

FIGURA 62 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 3 – PAINEL TÉRREO – VISTA INTERNA



FONTE: A Autora (2021).

FIGURA 63 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 3 – PAINEL TÉRREO – VISTA EXTERNA

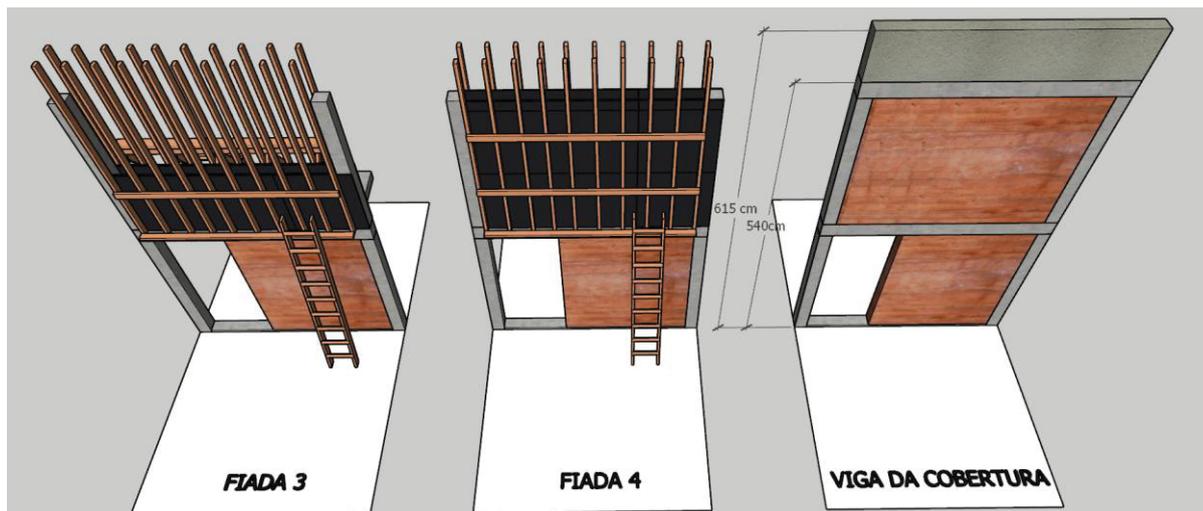


FONTE: A Autora (2021).

Para melhor aproveitamento das fôrmas, utilizou-se para o painel superior da Parede 3 a mesma fôrma de ambos os painéis da Parede 2, alterando os respectivos travamentos (FIGURAS 64 e 65).

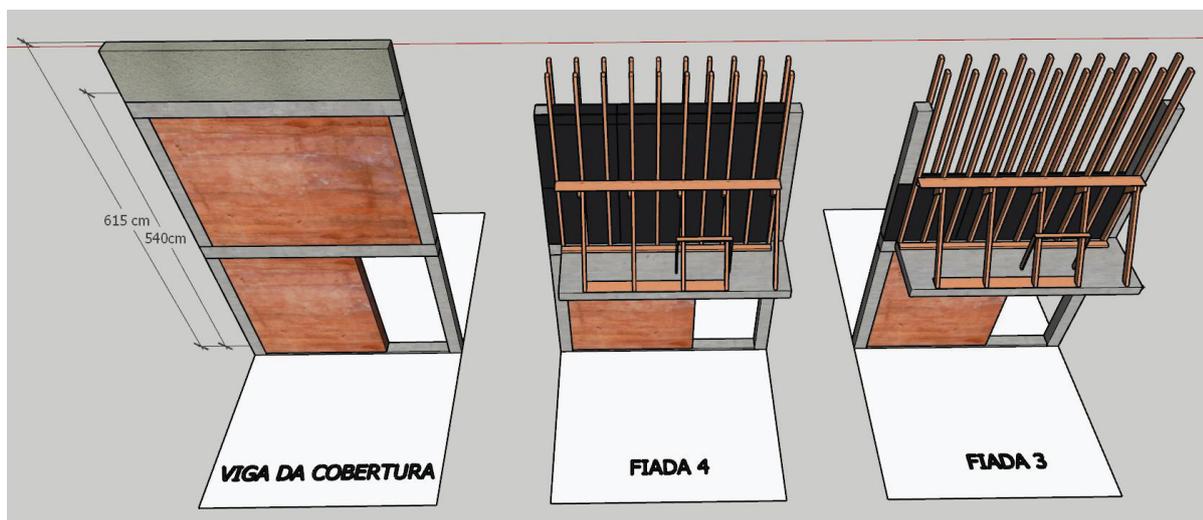
Para atingir a altura da edificação (615 cm, após a concretagem da viga da cobertura, tanto na Parede 3, como na Parede 2, fora executada em alvenaria convencional.

FIGURA 64 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 3 – PAINEL SUPERIOR - VISTA INTERNA



FONTE: A Autora (2021).

FIGURA 65 – ESQUEMA DAS FÔRMAS DA PAREDE 3 – PAINEL SUPERIOR – VISTA EXTERNA



FONTE: A Autora (2021).

Na sequência iniciou-se a montagem da fôrma do painel térreo da Parede 3 (lado esquerdo da FIGURA 66). Para a montagem da fôrma desse painel, dependeu-se 1/2 dia em 3 pessoas. Já para a montagem da fôrma do painel superior, foi necessário 1 dia em 2 pessoas (lado direito da FIGURA 66). Para o peneiramento da terra gastaram-se 3 dias, em 1 pessoa.

FIGURA 66 – MONTAGEM DA FÔRMA DO PAINEL TÉRREO (ESQUERDA) E DA FÔRMA DO PAINEL SUPERIOR (DIREITA) DA PAREDE 3



FONTE: A Autora (2021).

Para encher as duas fiadas do painel térreo foram necessárias 6 betoneiras, e para o painel superior, 8,5 betoneiras, totalizando 14,5 betoneiras para a parede completa. O apiloamento foi executado em uma pessoa em 1 e  $\frac{1}{2}$  dia, com dois ajudantes para auxiliar no transporte e lançamento ao taipal. Para a desforma, gastou-se 1 hora de trabalho para cada painel. Após a desforma, no dia 19 de abril, não se detectou falhas de compactação (FIGURA 67).

Entre a execução do painel térreo e superior dessa parede, foi executada a viga superior no mesmo dia de desforma do painel térreo da Parede 3. Similar a concretagem da viga superior da Parede 2, a desforma do concreto armado se fez no dia 29 de abril, seguindo a cura concomitante a cura da taipa de pilão.

Nesse mesmo dia iniciou-se a execução do painel superior da Parede 3, que seguiu os mesmos padrões dos painéis térreo e superior da Parede 2.

FIGURA 67– DESFORMA DO PAINEL TÉRREO (ESQUERDA) E DO PAINEL SUPERIOR (DIREITA) DA PAREDE 3



FONTE: A Autora (2021).

### 5.2.7 Percepção do usuário

Para coletar dados relativos a percepção do usuário, aplicou-se a mesma sequência de perguntas contidas na ficha questionário do estudo de caso, sendo tabulados os seguintes resultados:

- Data 15/07/2021, horário 16h30 e dia nublado;
- Nome: Matheus de Mello Amorim, idade 30 anos, sexo masculino;
- Engenheiro civil (escolaridade superior completo);
- Se considera arrojado, curioso e inovador;
- Antes desta edificação, você já conhecia a construções feitas de terra?  
Conhecia bem;

- Técnicas construtivas que conhece: alvenaria em bloco cerâmico, alvenaria em bloco de concreto, parede de concreto maciça, alvenaria de tijolo maciço, taipa, paredes de madeira (outros);
- Na sua percepção, o acabamento das paredes de taipa é: bom;
- Na sua percepção, há algum aspecto executivo da parede que pode contribuir para diminuir a durabilidade das paredes? Pode mofar, pela presença de umidade e pode soltar pó;
- Na sua percepção, as cores das paredes são: bonitas;
- Na sua percepção, a iluminação do ambiente, para as cores da parede: interfere, mas não atrapalha;
- Depois de viver em uma casa de taipa ou trabalhar, você: construiria minha casa em taipa e outro material (mista);
- De quem foi a iniciativa de construir com taipa? Eu que indiquei;
- Você indicaria a taipa para algum amigo, conhecido ou familiar? Sim;
- Você compraria ou construiria uma casa em taipa se houvesse incentivo político? Sim;
- A casa toda, como um conjunto, na sua percepção é: Tende para bonita;
- Considerando sua experiência nessa edificação, quais atributos você percebe que existem nessa construção, graças a presença da taipa: Durabilidade, sustentabilidade e conforto;
- O que, na sua percepção, você gostou na taipa? E porquê? Conforto térmico e estética. A casa fica fresca no calor e morna no frio. Sobre a estética é um modelo natural que aprecio em detrimento ao convencional;
- O que, na sua percepção, você não gostou na taipa? E porquê? Tempo de execução, pois encarece o serviço;
- A sua percepção, após a vivência nessa edificação, agora é: tende para positiva;
- Em relação à temperatura na edificação, você considera, na maior parte do tempo: Confortável;
- A ventilação natural (que entra pela janela) da edificação é: Satisfatória;

- Na sua percepção, a iluminação do ambiente, para as cores da parede: Interfere, mas não atrapalha;
- Como você classifica a iluminação natural dessa casa? Satisfatória;
- Como você classifica a quantidade e distribuição das janelas nessa edificação? Satisfatória;
- Com que frequência você considera necessário utilizar a iluminação artificial na edificação, durante o dia? Raramente;
- Em relação a quantidade e intensidade de ruídos externos na edificação, você a considera: confortável;
- Você ouve eco dentro da edificação? Não.

### **5.2.8 Pós execução – análise das patologias**

Após o processo de construção, desforma e a cura de 28 dias (visto que há estabilizante químico), foram observados os comportamentos das três paredes, sendo detectados tanto falhas no processo executivo, quanto patologias estruturais.

#### *5.2.5.1. Parede 1 – parede da lavanderia*

Na Parede 1, após concretagem da laje e beiral superior, observou-se importante trinca na porção esquerda ao vão da esquadria (FIGURA 68).

FIGURA 68 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 1



FONTE: A Autora (2021).

Como o aparecimento dessa trinca se deu com a concretagem da laje e, provavelmente oriunda de movimentações estruturais de assentamento do concreto armado, a demolição e reconstrução deste trecho não foi possível. Como medida corretiva, pretende-se aplicar a argamassa a base de terra e Murafan desenvolvida nesta pesquisa.

Importante ainda mencionar que esta é a única rachadura existente nesta parede, não sendo observada mais nenhuma patologia. Observa-se, portanto, erro de execução, sobretudo na interface da porção esquerda superior da parede de taipa

de pilão, com a viga superior de concreto armado, sendo visível a falta de alinhamento (FIGURA 69).

FIGURA 69 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 1 – INTERFACE DA TAIPA COM A VIGA DE CONCRETO ARMADO

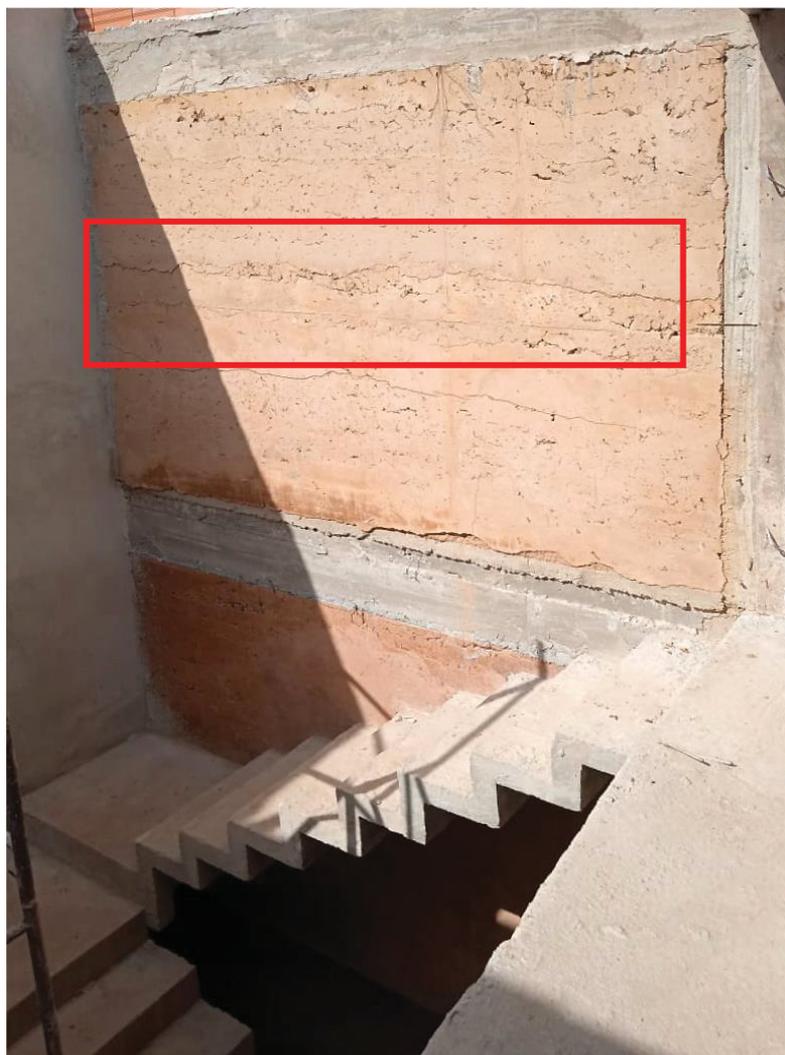


FONTE: A Autora (2021).

#### 5.2.5.2. Parede 2 – Parede da escada

Na Parede 2, primeiramente no painel térreo, após a aplicação da argamassa a base de terra e Murafan, não surgiram novas patologias. Já o painel superior apresentou trinca horizontal de ponta a ponta da parede (FIGURA 70).

FIGURA 70 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 2 – PAINEL SUPERIOR –  
TRINCA HORIZONTAL

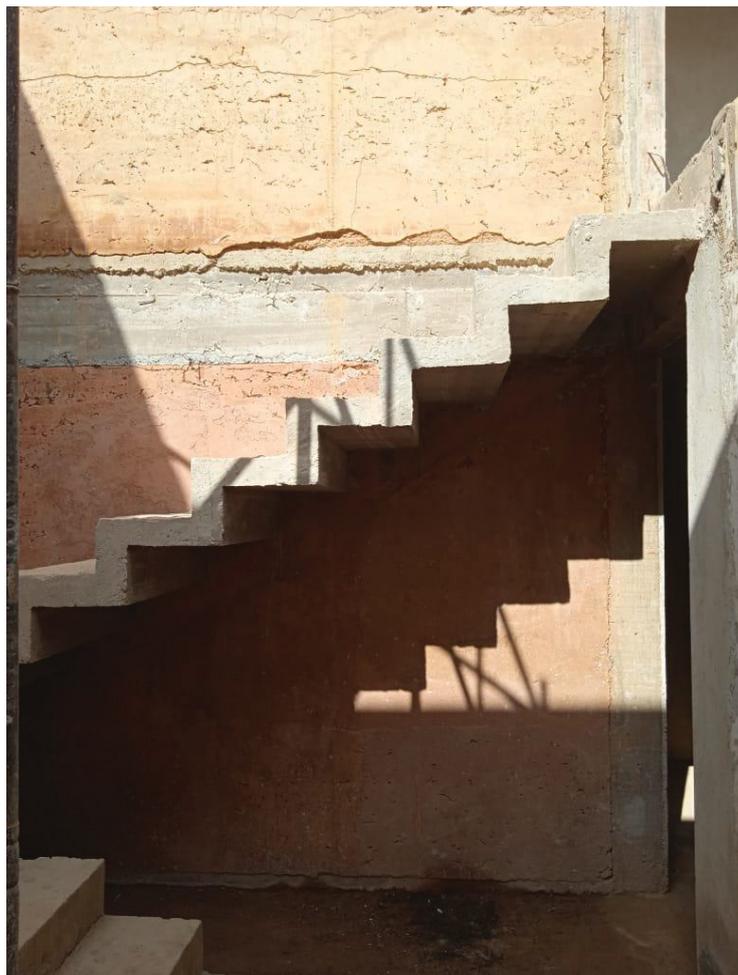


FONTE: A Autora (2021).

Assim como na Parede 1, tal trinca surge após a concretagem da viga da cobertura, podendo se atribuir a causa ou pela movimentação higrotérmica e térmica, ou pelo pela solicitação a tração, com a concretagem da laje do pavimento superior e da viga da cobertura.

Na mesma parede e painel, observa-se ainda área de descolamento superficial na porção inferior. Essa patologia desenvolveu-se graças a falta de prumo da fôrma nesta aérea, ocasionando desalinhamento da porção inferior da parede, com a viga superior de concreto armado (FIGURA 71).

FIGURA 71 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 2 – PAINEL SUPERIOR –  
DESCOLAMENTO SUPERFICIAL



FONTE: A Autora (2021).

Como medida corretiva, pretende-se lixar a área para reestabelecer o prumo, alinhando-a com a parede e viga superior. Na sequência realizar a observação da parede frente a lixamentos, analisando a necessidade da aplicação da argamassa com Murafan e finalizando-a com aplicação de uma demão de hidrofugante.

Destaca-se a importância da descoberta da argamassa a base de terra experimental, uma vez que apresentou desempenho satisfatório, sem trincas e fissuras.

### 5.2.5.3. Parede 3 – fachada principal

Na sequência, em observância aos painéis térreo e superior da Parede 3, detecta-se pontos de erosão, similares às do painel superior da Parede 2 (FIGURA 72). Atribui-se a mesma causa: a falta de prumo da fôrma. O procedimento corretivo será realizado similar à Parede 2.

FIGURA 72 – OBSERVAÇÃO DO RESULTADO – PAREDE 3 – DESCOLAMENTO SUPERFICIAL



FONTE: A Autora (2021).

### 5.3 PARTICIPAÇÃO NO COMITÊ DA NORMA DE TAIPA DE PILÃO

Esta etapa da pesquisa inicia-se na reunião de outubro de 2020, com a participação da CE - 002:123.009 Construções em terra, que redigiu a norma brasileira de taipa de pilão.

As reuniões iniciaram em agosto de 2020. Porém, a participação no comitê, bem como a condução da Pesquisa-ação participante se deu a partir de outubro de 2020, nas seguintes datas:

- Data: 20.10.2020 - 3ª reunião de 2020;
- Data: 24.11.2020 - 4ª reunião de 2020;
- Data: 15.12.2020 - 5ª reunião de 2020;
- Data: 02.02.2021 - 1ª reunião de 2021;
- Data: 02.03.2021 - 2ª reunião de 2021;
- Data: 06.04.2021 - 3ª reunião de 2021;
- Data: 04.05.2021 - 4ª reunião de 2021;
- Data: 01.06.2021 - 5ª reunião de 2021;
- Data: 06.07.2021 - 6ª reunião de 2021.

Ao longo de todo o processo, discutiram-se tópicos por tópicos do texto-base, finalizado na 6ª reunião de 2021. Iniciou-se em outubro de 2020 com a o início da discussão acerca da tolerância dimensional.

Em novembro de 2020, discutiu-se acerca da tolerância dimensional de espessura, prumo e eixo. Tais discussões sempre se norteiam tanto em consulta a bibliografia, quanto nos relatos dos executores presentes, que contribuem com a discussão apresentando seus resultados executados. É o caso do Marcio Hoffman, da Célia Neves e da Ana Paula Milani. Houve participação importante também na discussão de Thiago a e *Anais Guéguen Perrin*, todos esses citados membros da Rede Terra Brasil.

Em dezembro de 2020, os Termos e definições foram atualizados, redigindo acerca da energia de compactação, esbeltes, massa específica aparente seca, prisma, taipa e umidade de compactação. Nesta reunião ainda discutidos e redigidos

itens das “condições gerais”, como a definição da altura de cada camada para 20cm, por exemplo, também redigindo a respeito dos subitens compactador, juntas e transporte.

No ano em curso, na primeira reunião, em fevereiro de 2021, a discussão aconteceu acerca das juntas da taipa e sobre as instalações elétricas e hidráulicas, com relatos sobre experiências executivas dos participantes.

Em março de 2021, aconteceram as definições sobre os revestimentos de superfície delimitaram a primeira questão a ser debatida, seguida dos subitens do tópico 6, que trata sobre análises térmicas e estruturais, finalizada com a discussão acerca do tópico 7, que trata sobre a produção da taipa, sendo sugeridas alterações que aferissem maior detalhamento das etapas construtivas.

As revisões sobre o módulo de deformação e segurança a esforços de cargas concentradas iniciaram a reunião de abril de 2020, finalizando com as revisões dos anexos C e D.

Em maio de 2021, a reunião que estava prevista o fechamento do texto-base, questionaram-se pontos dos subitens “absorção de água por capilaridade”, “falhas de superfície”, “fissuras” e revisão do relatório de inspeção. Como o texto não foi fechado, houve a última reunião dia 06.07.2021, sendo fechada, nesta ocasião, o texto base.

Na sequência, o texto será submetido a consulta popular. A versão completa do texto-base está disponível no Apêndice 7.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÕES: TABULAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS DADOS**

As tabulações seguiram o protocolo de coleta de dados proposto no estudo de caso, gerando tabelas distintas, que contém os dados do projeto, dados da execução e dados da percepção do usuário. Como a seleção do solo é considerada uma fase que antecede a execução, sistematizou-se tais dados separadamente, tabulados na sequência dos dados projetuais.

Tabulou-se, portanto, para os dados projetuais, dados de seleção do solo e dados de percepção do usuário, oriundos das fontes de evidências do estudo de caso, da literatura e da pesquisa-ação experimental. Pontualmente na tabulação dos dados executivos, além das fontes de evidências já citadas, utilizou-se a pesquisa-ação participante.

### **6.1 DADOS PROJETUAIS**

Os dados coletados referentes as soluções previstas em projeto foram dispostas na TABELA 6, comparando então dados do estudo de caso – Casa Colinas, da Casa Teffé e das orientações contidas na literatura, com o respectivo autor.

TABELA 6 – TABELA DOS DADOS PROJETUAIS

		CARACTERÍSTICAS PROJETUAIS	ESTUDO DE CASO	CASA TEFFÉ	LITERATURA
TABULAÇÃO E COMPARAÇÃO	RESULTADOS: SOLUÇÕES PREVISTAS EM PROJETO	1 - Número de pavimentos	1 pavimento	2 pavimentos	Até 2 pavimentos. Sato (2012)
		2 - Tipo de fundação	Estacas de concreto armado	Estacas de concreto armado	Evitar o contato direto da base da parede com o solo, iniciando a parede sobre uma base de pedra, tijolo e/ou concreto. Ary e Orui (2016) Aplicar barreira estanque (pinturas betuminosas, faixas de polietileno ou manta asfáltica) Pinto (2018)
		3 - Materiais gerais da edificação	Taipa de pilão, concreto armado e madeira	Taipa de pilão, concreto armado e cobertura de vidro	Sem orientação específica na literatura.
		4 - Interface das estruturas de cobertura com a taipa	Vigas aparentes de concreto	Vigas aparentes de concreto	A fim de evitar esmagamento, apoiar o telhado sobre vigas de madeira ou concreto apoiada na parede. Torgal e Jalali (2009).
		5 - Interface da taipa, em contato com o solo	Concreto a 10cm do solo	Concreto a 10cm do solo	Evitar o contato direto da base da parede com o solo, iniciando a parede sobre uma base de pedra, tijolo e/ou concreto. Ary e Orui (2016) Aplicar barreira estanque (pinturas betuminosas, faixas de polietileno ou manta asfáltica) Pinto (2018)
		6 - Para a dimensionamento da viga baldrame e vigas intermediárias (parede com pé-direito duplo), foi levado em consideração o peso da terra apiloada (a fim de evitar esmagamento?)	Sim	Sim	Executar fundação e viga baldrame reforçadas Torgal e Jalali (2009)
		7 - Interface da taipa com a estrutura da cobertura	Vigas aparentes de concreto	Vigas aparentes de concreto	Executar fundação e viga baldrame reforçadas Torgal e Jalali (2009)
		8 - Abertura(s) de esquadria(s)	Vão das esquadrias projetados com a mesma altura dos painéis de taipa	Vão das esquadrias projetados com a mesma altura dos painéis de taipa	Reforçar a estrutura dos vãos com vergas e contravergas Ary e Orui (2016)
		9 - Região de implantação há abalos sísmicos?	Não há	Não há	Introdução de elementos que funcionem como reforço à tração Oliveira <i>et. al.</i> (2010)
		10 - Beirais externos	Beirais com 100cm de largura	Nas três paredes, beiral com 100cm de largura	Prever beirais externos Hoffmann, Minto e Heise (2011) e Pisani (2004)
		11 - Rufos nos topos das paredes	Não há	Não há	Prever pingadeiras ou rufos Hoffmann, Minto e Heise (2011)
		12 - Projeto do sistema de drenagem das águas pluviais	Projeto de drenagem com calhas sem contato direto com a taipa, em telhado de água única.	Projeto de drenagem por calhas sem contato direto com a taipa, platibanda de alvenaria acima da taipa.	Sem orientação específica na literatura.
		13 - Mudulação das paredes	Não há*	Não há*	Executar parede de forma modular (distância máxima entre guias de 2,50 a 3,50m) CEPED (1984)
		14 - Instalações hidráulicas	Instalação de sobrepor, com canaletas de ferro galvanizado abaixo das bancadas da cozinha e banheiro	Não há	É possível executar as instalações elétricas e hidráulicas dentro das paredes, segundo método das paredes na Austrália Rocha e Oliveira (2016)
		15 - Instalações elétricas	Instalação de sobrepor, com canaletas de ferro galvanizado	Não há	É possível executar as instalações elétricas e hidráulicas dentro das paredes, segundo método das paredes na Austrália Rocha e Oliveira (2016)

FONTE: A Autora (2021).

Tanto a Casa Colinas quanto a Casa Teffé executaram a fundação com estacas de concreto, vigas aparentes de concreto para a estrutura da cobertura, base de concreto elevando a edificação a 10 cm, os vãos das esquadrias projetados com a mesma altura do painel de taipa e com beirais externos com a mesma largura – 100cm, (números 2, 4, 5, 8 e 10 da TABELA 6).

Tais resultados encontram convergência na orientação da literatura, salvo item 3, sobre os materiais gerais da edificação, sem orientação específica na literatura, uma vez que depende das premissas projetuais estéticas inclusive, dentre outros fatores.

Outro ponto importante de convergência entre as duas casas é a falta de modulação nas paredes, que acontece na Casa Teffé graças a largura das paredes não atingirem 3,50 metros, conforme orientação do CEPED (1984). Encontra-se, portanto, contraponto da execução da Casa Colinas, com a orientação da literatura, uma vez que os painéis de taipa nesta edificação ultrapassam 3,50m (item 13).

Outro aspecto importante a se destacar é a solução similar das duas casas com relação ao projeto de sistema de drenagem, mantendo o sistema sem contato direto com a taipa. Apesar de não haver na literatura orientação específica com relação a esse ponto, por correlação se assume tal postura, uma vez que Pinto (2018), Ary e Orui (2016), Hoffmann, Minto e Heise (2011) e Pisani (2004) orientam evitar contato direto da água com as paredes (item 12).

Para as instalações hidráulicas e elétricas, apesar de ser executado de forma aparente na Casa Colinas (de sobrepor), elucidam Rocha e Oliveira (2016), é possível executar as instalações elétricas e hidráulicas dentro das paredes, segundo método das paredes na Austrália. Esse método utiliza cimento como estabilizante químico das paredes, o que acontece com ambas as casas.

## 6.2 DADOS SELEÇÃO DO SOLO

Conforme demonstra o item 7 da TABELA 7, ambas as paredes das casas foram estabilizadas com cimento: a Casa Colinas com cimento Portland CP3 e a Casa Teffé com cimento Portland CP2, o que possibilitaria executar as instalações hidráulicas e elétricas de forma embutida, de acordo com o método australiano.

TABELA 7 – TABELA DOS DADOS DE SELEÇÃO DO SOLO

		ETAPAS	ESTUDO DE CASO	CASA TEFFÉ	LITERATURA
TABULAÇÃO E COMPARAÇÃO	RESULTADO: SELEÇÃO E EXTRAÇÃO DO SOLO	1 - Seleção do solo	Selecioneadas 2 jazidas de bairros próximos, sendo retiradas amostras de ambas para realização de ensaios laboratoriais	Inicialmente extraiu-se a terra do terreno para paredes 1 e 2 e de posteriormente de jazidas para a parede 3	Extração do solo do próprio terreno acarreta em economia no transporte. Canivell <i>et. al.</i> (2020)
		2 - Solo do terreno ou de jazidas?	De jazida próxima	Do terreno para paredes 1 e 2 e de jazidas para a parede 3	Extração do solo do próprio terreno acarreta em economia no transporte. Canivell <i>et. al.</i> (2020)
		3 - Ensaios laboratoriais	Sim. Análise granulométrica e análise de fertilidade (CTC).	Não. Apenas ensaios de campo	Esses ensaios são normatizados comumente feitos em laboratórios de pedologia ou mecânica de solos. Neves <i>et. al.</i> (2010)
		4 - Ensaios de campo	Sim. Ensaio do bolo	Sim. Ensaio do bolo	Ensaio de bolo, ensaio de resistência seca, ensaio do cordão, ensaio da fita, ensaio da caixa, ensaio do vidro CEPED (1982) e Sato (2012)
		5 - Verificação da granulometria do solo	Além dos ensaios laboratoriais, foram feitos ensaios	Corpos de prova CEPED (1984) com três traços diferentes: 6 de parte de terra para 4 de areia; 7 partes de	Os solos mais indicados para a taipa de pilão, são os arenosos, com pouca quantidade de silte e matéria orgânica, com proporção ideal de aprox. 70% de areia e 30% de argila. Achcar (2016) e CRATerre (2021)
		6 - Traço da correção granulométrica	Não foi feita correção granulométrica - terra arenosa	6 parte de terra para 4 partes de areia	Em casos de solos não arenosos: ou misturar com outro tipo de solo mais arenosos, ou corrigir a acrescentando areia pura. Neves e Faria (2011).
		7 - Traço da estabilização química	10 partes de terra para 1 parte de cimento Portland CP3	10 partes de terra para 1 parte de cimento Portland CP3	De 5% a 15% de cimento, com garantia de esforços estruturais e capacidade de suportar cargas em compressão. Minke (2001)

FONTE: A Autora (2021).

Um ponto importante a se observar nesta decisão é a possibilidade de rompimentos de canos hidráulicos, ao longo da vida útil da edificação, o que comprometeria a salubridade do sistema construtivo. Porém, para as instalações elétricas, a postura de embutir as tubulações não enfrenta esse risco.

Ainda com relação às estabilizações químicas, ambas as casas utilizaram o mesmo traço para a adição do cimento – 10% (dentro da orientação da literatura, de 5 a 15%). Porém, a Casa Teffé utiliza o cimento comum, o CP2, enquanto a Casa Colinas utiliza o CP3.

Verifica-se que na etapa de seleção do solo, a Casa Colinas realizou ensaios laboratoriais, enquanto a Casa Teffé realizou ensaios de campo. A impossibilidade de se realizar ensaios laboratoriais se deu, sobretudo, pelo fechamento dos laboratórios universitários pela Pandemia causada pela Sars-CoV-2 (item 3 e 4).

Os ensaios laboratoriais conduzidos foram a análise granulométrica e análise de fertilidade (CTC), esse último importante para identificar o tipo predominante de argila contida no solo. Mesma intenção do ensaio de bolo, realizado na Casa Teffé.

Pela predominância de terra arenosa em sua composição, na Casa Colinas, não se realizou correção granulométrica, diferentemente do resultado do teste de bolo, na Casa Teffé, apontando quantidade considerável de argila.

Na sequência, os testes com corpos de prova seguindo orientações do CEPED (1984) foram realizados para verificar o nível de atividade da argila (retração), para definir o traço ideal de correção granulométrica – 4 partes de areia peneirada para cada 6 partes de terra, concluindo o alto teor de argila na composição do solo.

Outra questão divergente entre as duas casas é a origem do solo utilizado (item 2). Observando a metragem quadrada do terreno de implantação da Casa Colinas - 1044,90m<sup>2</sup>, em comparação à Casa Teffé – 360m<sup>2</sup>, conclui-se a possibilidade de se retirar o solo do próprio sítio de implantação na Casa Colinas, pela maior área do terreno, acarretando em economia no transporte, delimitam *Canivell et. al.* (2020).

Márcio Hoffmann comenta que a seleção do solo não utilizou a terra do próprio sítio de implantação pois não houveram movimentações de terra. A mesma situação acontece com a Casa Teffé, já que as movimentações de terra para as valas de drenagem movimentaram pouca metragem cubica de terra.

Porém, assumiu-se a decisão de retirar a terra do próprio local na execução da Casa Teffé, mesmo com menor área de terreno, seguindo orientação de Achcar (2016), de forma a viabilizar futuras manutenções e/ou ampliações e restauros.

Porém, pela grande quantidade de solo necessária para execução das paredes, na execução da última parede comprou-se terra de jazidas em bairros próximos, dirimindo o gasto em transporte.

### 6.3 DADOS DA EXECUÇÃO

Para a comparação dos dados executivos, utilizou-se a sequência das patologias contidas na Tabela de Patologias, que elenca as patologias conhecidas pela literatura. Na coluna da literatura (TABELA 8), comparou os resultados com itens contidos no texto base para a nova norma ABNT de taipa de pilão, coletados na condução da Pesquisa-ação participante, no Comitê CE -002:123.009 Construções em terra.

TABELA 8 – TABELA DOS DADOS DE EXECUÇÃO – 1/2

		LITERATURA					
ORIGEM	PATOLOGIA	CORRETIVA	PREVENTIVA	ESTUDO DE CASO	CASA TEFFÉ	ORIENTAÇÕES NO TEXTO BASE ABNT	
TABULAÇÃO E COMPARAÇÃO RESULTADOS: SOLUÇÕES EXECUTIVAS	PRESEÇA DE ÁGUA E UMIDADE	1 - Focos de umidade em áreas suscetíveis as águas puviais	Prever beirais externos e calçadas em torno da parede Hoffmann, Minto e Heise (2011) e Pisani (2004)	Hidrofugante nas áreas após período de estiagem Hoffmann, Minto e Heise (2011)	PAREDE 1: NÃO	PAREDE 1: NÃO	5.7 Proteção da taipa. Para preservar a taipa da exposição prolongada à umidade, devem ser executadas as seguintes proteções: b) Da superfície externa, para impedir o umedecimento por chuva dirigida e respingos de água; c) Do respaldo, para impedir a infiltração de água da chuva. EXEMPLOS: Exemplo 6: beirais; Exemplo 7: rufos; Exemplo 8: calhas; Exemplo 9: pintura hidrofugante; Exemplo 10: revestimentos na superfície desde que garanta o comportamento higroscópico da taipa. Para a taipa sem estabilizante não se deve aplicar argamassa cimentícia.
					PAREDE 2: NÃO	PAREDE 2: NÃO	
					PAREDE 3: NÃO	PAREDE 3: NÃO	
		2 - Aspecto de escurimento das águas puviais	Prever pingadeiras ou rufos Hoffmann, Minto e Heise (2011)	Limpeza da superfície escorrida e na sequência instalação de pingadeiras ou rufos Brito (2004)	PAREDE 1: NÃO	PAREDE 1: NÃO	5.7 Proteção da taipa. Para preservar a taipa da exposição prolongada à umidade, devem ser executadas as seguintes proteções: b) Da superfície externa, para impedir o umedecimento por chuva dirigida e respingos de água; c) Do respaldo, para impedir a infiltração de água da chuva. EXEMPLOS: Exemplo 6: beirais; Exemplo 7: rufos; Exemplo 8: calhas; Exemplo 9: pintura hidrofugante; Exemplo 10: revestimentos na superfície desde que garanta o comportamento higroscópico da taipa. Para a taipa sem estabilizante não se deve aplicar argamassa cimentícia.
					PAREDE 2: NÃO	PAREDE 2: NÃO	
	PAREDE 3: NÃO				PAREDE 3: NÃO		
	3 - Erosão da superfície por ação do vento e da chuva (chuva de vento)	Prever beirais externos Hoffmann, Minto e Heise (2011) e Pisani (2004)	Retirar a água acumulada por secagem e na sequência aplicar argamassa a base de terra no local Pinto (2018)	PAREDE 1: NÃO	PAREDE 1: SIM	4.2.3 Erosão por gotejamento. A erosão por gotejamento da mistura compactada para execução da taipa deve ser avaliada em prismas e ensaiados, atendendo aos seguintes requisitos: a) Os valores individuais da profundidade da erosão (per) devem ser menor ou igual a 15 mm e a profundidade da penetração da água (ppa) menor que 120 mm; b) Ao término deste ensaio, a superfície ensaiada não deve apresentar: padrões de fissuras do tipo irregular, padrões de fissuras radiais (...)	
				PAREDE 2: SIM	PAREDE 2: SIM		
				PAREDE 3: SIM	PAREDE 3: SIM		
	4 - Infiltração de águas pluviais pela cobertura	Limpeza do sistema de drenagem pluvial (calhas) Brito (2004)	Limpeza do sistema de drenagem pluvial (calhas) Brito (2004)	PAREDE 1: NÃO	PAREDE 1: NÃO	4.2.3 Erosão por gotejamento A erosão por gotejamento da mistura compactada para execução da taipa deve ser avaliada em prismas e ensaiados, atendendo aos seguintes requisitos: a) Os valores individuais da profundidade da erosão (per) devem ser menor ou igual a 15 mm e a profundidade da penetração da água (ppa) menor que 120 mm; b) Ao término deste ensaio, a superfície ensaiada não deve apresentar: padrões de fissuras do tipo irregular, padrões de fissuras radiais (...)	
				PAREDE 2: NÃO	PAREDE 2: NÃO		
				PAREDE 3: NÃO	PAREDE 3: NÃO		
	5 - Eflorescência superficial	Limpeza da área e aplicação de hidrofugante Hoffmann, Minto e Heise (2011)	Aplicação de hidrofugante Hoffmann, Minto e Heise (2011)	PAREDE 1: NÃO	PAREDE 1: NÃO	ITEM 4.1 Materiais 4.1.1.4 Não utilizar terra contendo matéria orgânica em decomposição ou com presença de sais solúveis.	
				PAREDE 2: NÃO	PAREDE 2: NÃO		
				PAREDE 3: SIM	PAREDE 3: NÃO		
MOVIMENTAÇÕES HIGROTÉRMICAS	6 - Trincas e fissuras ou pela retração do material, ou pelas movimentações higrotérmicas, ou pelas movimentações térmicas	Executar parede de forma modular (distância máxima entre guias de 2,50 a 3,50m) CEPED (1984)	Preencher as fissuras com uma argamassa à base de terra Pinto (2018)	PAREDE 1: SIM*	PAREDE 1: SIM	ITEM 5.5 Juntas na taipa: Convém a execução de juntas na taipa de acordo com os seguintes procedimentos: b) Junta de movimentação por meio de abertura de sulco na direção vertical quando o comprimento da taipa exceder a 3,5 m; c) Junta de dessolidarização por meio de encaixes quando no encontro da taipa de planos diferentes, perpendiculares ou não;	
				PAREDE 2: SIM*	PAREDE 2: SIM		
				PAREDE 3: SIM	PAREDE 3: SIM		
PRESEÇA DE ÁGUA E UMIDADE	7 - Umidade por ascensão capilar	Evitar o contato direto da base da parede com o solo, iniciando a parede sobre uma base de pedra, tijolo e/ou concreto. Ary e Orul (2016) Aplicar barreira estanque (pinturas betuminosas, faixas de polietileno ou manta asfáltica) Pinto (2018)	Retirar a umidade do terreno nas zonas próximas da fundação e executar valas drenantes exteriores periféricas Brito (2004)	PAREDE 1: NÃO	PAREDE 1: NÃO	5.7 Proteção da taipa Para preservar a taipa da exposição prolongada à umidade, devem ser executadas as seguintes proteções: Exemplo 1: base da edificação elevada do piso	
				PAREDE 2: NÃO	PAREDE 2: NÃO		
				PAREDE 3: NÃO	PAREDE 3: NÃO		

FONTE: A Autora (2021).

A primeira patologia observada, que possui como origem a presença de água e umidade na parede é a erosão da superfície por ação do vento e da chuva (item 3 da TABELA 8), presentes em duas paredes da Casa Colinas e em todas as paredes da Casa Teffé.

Segundo o texto-base da ABNT, para evitar essa patologia, recomenda-se antes da execução das paredes, realizar ensaios com prismas. Já observando a orientação na literatura, certifica-se ambas as casas seguem a recomendação de se prever beirais externos (HOFFMANN, MINTO E HEISE, 2011 e PISANI, 2004).

Na Casa Teffé, essa patologia é bastante decorrente pela falta de prumo nas fôrmas, resultando em áreas desalinhadas e com erosão, o que não acontece na Casa Colinas, já que as paredes apresentaram prumo.

Pontualmente na Parede 3 da Casa Colinas, observou-se pontos de eflorescência (item 5), que acontecem, segundo relato do executor, na ocasião da condução do estudo de caso, graças a presença de sais no solo não detectáveis em ensaios realizados.

Verifica-se, portanto, conforme item 4.1.1.4 do texto-base, que orienta a não utilizar terra contendo matéria orgânica em decomposição ou com presença de sais solúveis, que o executor segue tal orientação, uma vez que realizou testes em laboratório, não sendo detectados os sais que criou esses pequenos pontos.

Com relação a utilização do cimento Portland CP2 para estabilização das paredes na Casa Teffé, pela falta no mercado do Portland CP3, esperava-se conter pontos de eflorescência nas mesmas, o que não aconteceu.

A patologia mais recorrente é a “trincas e fissuras” (item 6), sendo observadas em todas as paredes analisadas, de ambas as casas. De acordo com orientação do texto-base, compatível com a orientação do CEPED (1984), as juntas de dilatação são necessárias em modulações a partir de 3,50m, encontrando dessa maneira conformidade com as respectivas execuções e as orientações da literatura.

TABELA 9 – TABELA DOS DADOS DE EXECUÇÃO – 2/2

	ORIGEM	PATOLOGIA	LITERATURA		ESTUDO DE CASO	CASA TEFFÉ	ORIENTAÇÕES NO TEXTO BASE ABNT		
			CORRETIVA	PREVENTIVA					
TABULAÇÃO E COMPARAÇÃO RESULTADOS: SOLUÇÕES EXECUTIVAS	RELACIONADAS A ESTRUTURA	8 - Recalque da fundação	Executar fundação e viga baldrame reforçadas Torgal e Jalali (2009)	Realizar a reabilitação da fundação ou com o recalçamento de alvenaria, ou com alargamento da fundação Torgal e Jalali (2009)	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	6.10 O desempenho estrutural e térmico da taipa pode ser verificado de acordo com os requisitos para os sistemas estruturais e de vedações verticais estabelecidos nas ABNT NBR 15575-1, ABNT NBR 15575-2 e ABNT NBR 15575-4.		
					PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>NÃO</b>			
					PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>NÃO</b>			
		9 - Tensões concentradas pela falta de estruturação ou travamento dos vãos das esquadrias (trincamento próximo a aberturas das esquadrias)	Reforçar a estrutura dos vãos com vergas e contravergas Ary e Orui (2016)	Após a reestruturação dos vãos, preencher as fissuras com argamassa a base de terra. Torgal e Jalali (2009)	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>SIM</b>	5.8 Aberturas e cargas na taipa 5.8.2 Nas aberturas, executar verga e contraverga, ou outros elementos estruturais que as substituam. 5.8.3 As vergas e contravergas devem exceder 1/5 da largura do vão de cada lado, sendo 30 cm no mínimo, e constituídas de material estrutural.		
					PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>NÃO</b>			
				PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>NÃO</b>				
			10 - Tensões concentradas pelo peso da cobertura - esmagamento das paredes (trincamento próximo a cobertura)	Apoiar o telhado sobre vigas de madeira ou concreto apoiada na parede Torgal e Jalali (2009)	Reforço com cabo de aço Torgal e Jalali (2009)	PAREDE 1: <b>SIM*</b>	PAREDE 1: <b>SIM</b>	5.8 Aberturas e cargas na taipa 5.8.1 As cargas na taipa devem ser distribuídas por meio de elementos estruturais como coxim e cinta. No caso da existência de laje de piso ou de cobertura, a cinta deve ser solidária a ela.	
					PAREDE 2: <b>SIM*</b>	PAREDE 2: <b>NÃO</b>			
					PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>SIM</b>			
			11 - Tensões concentradas pela falta de resiliência sísmica (trincamento cruzado)	Introdução de elementos que funcionem como reforço à tração Oliveira et. al. (2010)	Cintamento do edifício Brito (2004)	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	6.10 O desempenho estrutural e térmico da taipa pode ser verificado de acordo com os requisitos para os sistemas estruturais e de vedações verticais estabelecidos nas ABNT NBR 15575-1, ABNT NBR 15575-2 e ABNT NBR 15575-4. ITEM 5.2 Forma	
						PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>NÃO</b>		
						PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>NÃO</b>		
		MAU DESEMPENHO DAS FORMAS	12 - Trincas e fissuras pela movimentação das formas na compactação	Formas reforçadas para atenderem a esforços laterais Veraldo (2015)	Preencher as fissuras com uma argamassa à base de terra Pinto (2018)	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	A forma deve ser projetada, construída e montada de modo a ter: b) resistência aos agentes aos quais possa ser submetido durante o processo de execução da taipa, considerando-se: ações ambientais; carga de estrutura auxiliar; cargas de partes da taipa permanente a serem suportadas pela estrutura auxiliar até a desforma; ações dinâmicas produzidas pelo lançamento e compactação da mistura;	
						PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>SIM</b>		
						PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>NÃO</b>		
				13 - Paredes tortas (pela falta de prumo das formas)	Utilização do prumo de face posicionada no momento de posicionamento e travamento das formas Barreto, Yuba e Latosinski (2016)	O desaprumo em paredes de taipa é de difícil correção, prejudicando inclusive a colocação de esquadrias Barreto, Yuba e Latosinski (2016)	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>SIM</b>	ITEM 5,2 a) o prumo e alinhamento garantidos pelos elementos estruturais de suporte, travamento e escoramento devidamente definido no projeto específico;
							PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>SIM</b>	
					PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>SIM</b>			
		14 - Ondulações verticais e horizontais (provocada pelo desencontro das chapas externas de madeirite)	Prever formas com grande resistência a empuxo. Barreto, Yuba e Latosinski (2016)	Sem ação indicada na literatura	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>SIM</b>	ITEM 5,2 a) o prumo e alinhamento garantidos pelos elementos estruturais de suporte, travamento e escoramento devidamente definido no projeto específico; c) placas rígidas e elementos estruturais, suficiente para assegurar a tolerância dimensional, o prumo e o alinhamento especificados em 4.3.2 e 4.3.3, e a integridade da taipa;		
					PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>SIM</b>			
					PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>SIM</b>			
		15 - Arrancamento superficial (quando não se unta a forma)	Utilização de chapas de madeirite plastificadas ou lubrificadas com óleo diesel CEPED (1985)	Sem ação indicada na literatura	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	ITEM 5,2 e) superfícies internas limpas e preparadas com agente desmoldante a fim de evitar que ocorra aderência da mistura à forma. O agente desmoldante deve ser adequado para que não deixe resíduos na superfície da taipa, não altere as características físicas e químicas da mistura, e não degrade as superfícies da forma;		
					PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>SIM</b>			
					PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>SIM</b>			
	EERONA COMPACTAÇÃO	16 - Desagregação de duas camadas	Escarificar camada inferior, produzindo ranhuras na diagonal à face da parede Walker e Standards Australia (2002) e CEPED (1984)	Sem ação indicada na literatura	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	ITEM 5.5 Juntas na taipa Convém a execução de juntas na taipa de acordo com os seguintes procedimentos: a) Escarificação e umedecimento da superfície da última camada compactada quando houver a interrupção na execução por mais de doze horas.		
					PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>SIM</b>			
					PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>NÃO</b>			
	SELEÇÃO DO SOLO INADEQUADA	17 - Microfissuração ordenada	Realizar ensaios para determinar as correções granulométricas e estabilizações químicas Faria (2011)	Sem ação indicada na literatura	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	PAREDE 1: <b>NÃO</b>	4.1 Materiais 4.1.1 Terra 4.1.1.1 A terra deve ser caracterizada de acordo com as normas ABNT NBR 6457, ABNT NBR 6459, ABNT NBR 7180, ABNT NBR 7181 e deve atender, preferencialmente, às seguintes características: e) limite de liquidez menor ou igual a 50%; f) índice de plasticidade menor ou igual a 25%. 4.1.1.2 A composição granulométrica da terra pode ser corrigida com adição de areia ou com a mistura de dois ou mais tipos de terra.		
					PAREDE 2: <b>NÃO</b>	PAREDE 2: <b>NÃO</b>			
					PAREDE 3: <b>NÃO</b>	PAREDE 3: <b>NÃO</b>			

FONTE: A Autora (2021).

Na Casa Teffé, a mais expressiva patologia apresentada ocorreu na Parede 1, as “Tensões concentradas pela falta de estruturação ou travamento dos vãos das esquadrias” (item 9), pois diferentemente das demais trincas apresentadas, a trinca possui largura de aproximadamente 10mm.

Os travamentos com vergas, inclusive com viga superior em concreto armado foram executadas, estando sua altura convergindo com a altura final da viga. Porém, tal fissuração se deu no ato da concretagem da laje e beiral superior, correlacionando seu aparecimento às movimentações estruturais dos elementos de concreto armado.

Essa constatação se dá na detecção de patologia subsequente “Tensões concentradas pelo peso da cobertura - esmagamento das paredes” (item 10). Quatro das seis paredes analisadas apresentaram a patologia, através de trincamentos próximos à área superior da parede (próxima a cobertura), mesmo todas as paredes apresentando viga superior em concreto armado.

Por conseguinte, observa-se a ocorrência das trincas e fissuras pela movimentação das fôrmas na compactação (item 12) na Casa Teffé, inclusive sendo detectadas falhas estéticas das fôrmas dos elementos em concreto armado, corroborando a importância de seu desempenho, para resultados satisfatórios, conforme item 5.2 do texto base.

Ademais, a cura das vigas superiores das paredes 2 e 3 foram feitas concomitantes as curas dos painéis superiores de ambas paredes (18 dos 28 dias totais), fato que possivelmente contribuiu para o aparecimento das trincas e fissuras.

As ondulações verticais e horizontais (item 12) e o arranchamento superficial (item 15) na Casa Teffé acontecem também pela falta de eficiência no sistema de fôrmas. Na Casa Colinas, não há nenhuma patologia relacionada ao mau desempenho das fôrmas foi detectada, demonstrando a eficiência do sistema de formas da Empresa Taipal.

Com relação ao desempenho observado nas paredes da Casa Colina, verifica-se que apenas 4 patologias, das 17 listadas acontecem em suas paredes. Tais patologias acontecem em pequena quantidade, salvo trincas e fissuras por movimentações higrotérmicas. Já a Casa Teffé apresentou 9 das 17 patologias listadas. Esse resultado demonstra a importância do processo executivo

racionalizado e a importância das formas para um resultado físico-mecânico e estético satisfatórios.

#### 6.4 DADOS DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO

Com relação aos dados coletados a sobre a percepção do usuário, destaca-se a dificuldade de se obter respostas numa condução do estudo de caso em vídeochamada, bem como a intenção de se atingir resultados mais fidedignos possíveis, uma vez que tanto na Casa Colinas, quanto na Casa Teffé, as pessoas entrevistadas possuem certa proximidade com o executor da edificação.

Para tanto, tais entrevistas foram comparadas com os resultados obtidos por Guerra (2017), em sua condução no Canteiro Experimental da UFMS, de Mendes, Silva e Magdalena (2019) e de Ochoa, Araújo, Sattler (2012) (TABELAS 10 e 11).

TABELA 10 – TABELA DOS DADOS DE PERCEÇÃO O USUÁRIO – 1/2

		CARACTERÍSTICAS	ESTUDO DE CASO	CASA TEFFÉ	LITERATURA	
TABULAÇÃO E COMPARAÇÃO	RESULTADOS: PERCEÇÃO DO USUÁRIO	1 - Sexo	Feminino	Masculino	O público masculino foi mais representativo (59%). Guerra (2017) Público feminino mais representativo (54%) Mendes, Silva e Magdalena (2019)	
		2 - Escolaridade	Superior incompleto	Superior completo	86% tem escolaridade de nível superior. Guerra (2017)	
		3 - Idade	20 anos	30 anos	71% do público com idade abaixo de 40 anos. Guerra (2017)	
		4 - Profissão	Estudante	Engenheiro civil	19% possuem profissões ligadas a Contabilidade, Recursos Humanos e Administração. Guerra (2017)	
		5 - Perfil	Arrojado, curioso, inovador	Arrojado, curioso, inovador	50% se declarou "conservador, clássico e moderado" e 50% como "arrojado, curioso e inovador". Guerra (2017)	
		6 - Já conhecia as construções feitas em terra?	Conhecia bem	Conhecia bem	69% não conhecia. Guerra (2017) 56% já conhecia. Mendes, Silva e Magdalena (2019)	
		7 - Técnicas construtivas que conhece	Alvenaria em bloco cerâmico, alvenaria em bloco de concreto, parede de concreto maciça, taipa (terra compacta)	Alvenaria em bloco cerâmico, alvenaria em bloco de concreto, parede de concreto maciça, alvenaria de tijolo maciço, taipa (terra compacta)	84% conhecia alvenaria em bloco de concreto, 73% alvenaria de tijolo maciço, 71% alvenaria de bloco cerâmico, 56% parede de concreto maciço, taipa 9%, 12% outros. Guerra (2017)	
		<b>NA SUA PERCEÇÃO:</b>				
		8 - O acabamento das paredes de taipa:	Bom	Bom	66% avaliando como "bom" e 34% como "tende para bom". Guerra (2017)	
		9 - Há algum aspecto executivo da parede que pode contribuir para a durabilidade das paredes?	Pode soltar pó	Pode mofar, pela presença de umidade; Pode soltar pó	80% responderam "pode soltar pó". Guerra (2017)	
		10 - A(s) cor(es) das paredes são:	Bonita(s)	Bonita(s)	A cor da parede agrada à maioria dos participantes (69%) Guerra (2017)	
		11 - A iluminação do ambiente, para as cores da parede:	Interfere, mas não atrapalha	Interfere, mas não atrapalha	78% responderam que a cor interfere mas não atrapalha Guerra (2017)	
		12 - Depois de viver em uma casa de taipa ou trabalhar, você:	Construiria minha casa em taipa e outro material (mista)	Construiria minha casa em taipa e outro material (mista)	25% responderam "construiria minha casa em taipa" e 43% responderam que construiriam de forma mista. Guerra (2017) 59% das respostas construiriam de forma mista" Mendes, Silva e Magdalena (2019)	
		13 - De quem foi a iniciativa de construir com taipa?	Não fiz parte da escolha	Eu que indiquei ao arquiteto ou engenheiro	Sem referência na literatura	
14 - Você indicaria a taipa para algum amigo, conhecido ou familiar?	Sim	Sim	Sem referência na literatura			

FONTE: A Autora (2021).

As idades de ambos os resultados seguem o padrão de Guerra (2017): 71% do público com idade abaixo de 40 anos. O mesmo acontece no perfil, que 50% se declarou "conservador, clássico e moderado" e 50% como "arrojado, curioso e inovador".

Já com relação à profissão (item 4) e sexo (item 1), há divergências, atribuídas certamente a pequena amostragem desta pesquisa.

Analisando as respostas com relação a percepção, observa-se convergência de resultados com Guerra (2017) no item 8, demonstrando a satisfação do usuário com relação ao acabamento das paredes. O mesmo acontece com o item 12, que demonstra que após viver ou trabalhar em uma casa de taipa, construiria sua respectiva casa com sistema misto (taipa de pilão combinado a outra técnica construtiva).

A convergência de resultados estende-se no item seguinte (item 9), na qual o usuário destaca o aspecto de soltar pó, com um aspecto que contribui negativamente para a conservação da parede, e também no item 11, demonstrando que a iluminação nas cores da taipa, segundo percepção do usuário, interfere, mas não atrapalha.

Nas perguntas dos itens 13 e 14 da TABELA 10, bem como no item 15 da TABELA 11, não se localizou na literatura referências conclusivas e comparáveis aos resultados obtidos.

Similarmente, do item 21 ao 28 da TABELA 11, os resultados obtidos por de Ochoa, Araújo, Sattler (2012), uma vez que medem conforto térmico, acústico e luminoso em salas de aula.

TABELA 11 – TABELA DOS DADOS DE PERCEPÇÃO DO USUÁRIO – 2/2

		CARACTERÍSTICAS	ESTUDO DE CASO	CASA TEFFÉ	LITERATURA
TABULAÇÃO E COMPARAÇÃO	RESULTADOS: PERCEPÇÃO DO USUÁRIO	15 - Você compraria ou construiria uma casa em taipa se houvesse incentivo político?	Sim	Sim	Sem referência na literatura
		16 - A casa toda, como um conjunto, é:	Bonita	Tende para bonita	“bonita” (64%), e “tende para bonita” (33%). Guerra (2017)
		17 - Considerando sua experiência nessa edificação, quais atributos você percebe que existem nessa construção, graças a presença da taipa?	Durabilidade, Segurança, Sustentabilidade e Conforto	Durabilidade, Sustentabilidade e Conforto	89% responderam Sustentabilidade, 71% responderam Durabilidade, 60% responderam Conforto e 54% Segurança. Guerra (2017)
		18 - O que você gostou na taipa e porque?	Conforto térmico, cores naturais, sustentabilidade, pois como jovem, me preocupo com a preservação do meio ambiente	Conforto térmico e estética. A casa fica fresca no calor e morna no frio. Sobre a estética pois é um modelo natural, o que aprecio, em detrimento ao convencional.	64% responderam baixo custo. Guerra (2017)
		19 - O que você não gostou na taipa e porque?	Algumas e pequenas trincas, pois o rejunte para cobrir estas trincas não fica na mesma cor	Tempo de execução, pois encarece o serviço	45% respostas negativas atribuídas ao acabamento. Guerra (2017)
		20 - Após a vivência nessa edificação, agora é:	Positiva	Tende para positiva	98% das pessoas declararam que podem tornar-se adeptos do uso de taipa de alguma forma. Guerra (2017) 58% positiva Mendes, Silva e Magdalena (2019)
		21 - Em relação à temperatura na edificação, você considera, na maior parte do tempo:	Confortável e fria	Confortável	Dados não comparáveis a Ochoa, Araújo, Sattler (2012), pela diferença de variáveis ambientais.
		22 - A ventilação natural da edificação é:	Ótima	Satisfatória	Dados não comparáveis a Ochoa, Araújo, Sattler (2012), pela diferença de variáveis ambientais.
		23 - A iluminação do ambiente, para as cores da parede:	Não interfere	Interfere, mas não atrapalha	Dados não comparáveis a Ochoa, Araújo, Sattler (2012), pela diferença de variáveis ambientais.
		24 - Como você classifica a iluminação natural dessa casa?	Ótima	Satisfatória	Dados não comparáveis a Ochoa, Araújo, Sattler (2012), pela diferença de variáveis ambientais.
		25 - Como você classifica a quantidade e distribuição das janelas nessa edificação?	Ótima	Satisfatória	Dados não comparáveis a Ochoa, Araújo, Sattler (2012), pela diferença de variáveis ambientais.
		26 - Com que frequência você considera necessário utilizar a iluminação artificial na edificação, durante o dia?	Raramente	Raramente	Dados não comparáveis a Ochoa, Araújo, Sattler (2012), pela diferença de variáveis ambientais.
		27 - Em relação a quantidade e intensidade de ruídos externos, você a considera:	Confortável	Confortável	Dados não comparáveis a Ochoa, Araújo, Sattler (2012), pela diferença de variáveis ambientais.
		28 - Você ouve eco dentro da edificação?	Não	Não	Dados não comparáveis a Ochoa, Araújo, Sattler (2012), pela diferença de variáveis ambientais.

FONTE: A Autora (2021).

De um modo geral, os resultados dos questionários corroboram Guerra (2017), uma vez que a percepção das pessoas em relação a taipa de pilão é boa, sendo bem aceita pelos participantes e um sistema construtivo que será indicado para familiares e amigos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O objetivo geral dessa pesquisa foi investigar o emprego em edificações da técnica de taipa de pilão contemporânea no Brasil.

Para tanto, foram conduzidas duas revisões sistemáticas da literatura, com o panorama mundial e nacional de pesquisas, resultados esses que contribuíram para compreender ambos cenários de pesquisas dentro do tema, possibilitando ainda encontrar lacunas na literatura.

Mencionando as pesquisas bibliográficas, lista-se ainda a importante contribuição que a tabela de patologias, que mapeou as patologias presentes nas construções em taipa de pilão.

Tais conhecimentos, a respeito da literatura, respaldou a participação no Comitê CE -002:123.009 Construções em terra, que redigiu a NBR de taipa de pilão no Brasil, que por sua vez possibilitou a coleta de dados comparáveis na comparação dos dados da execução das edificações.

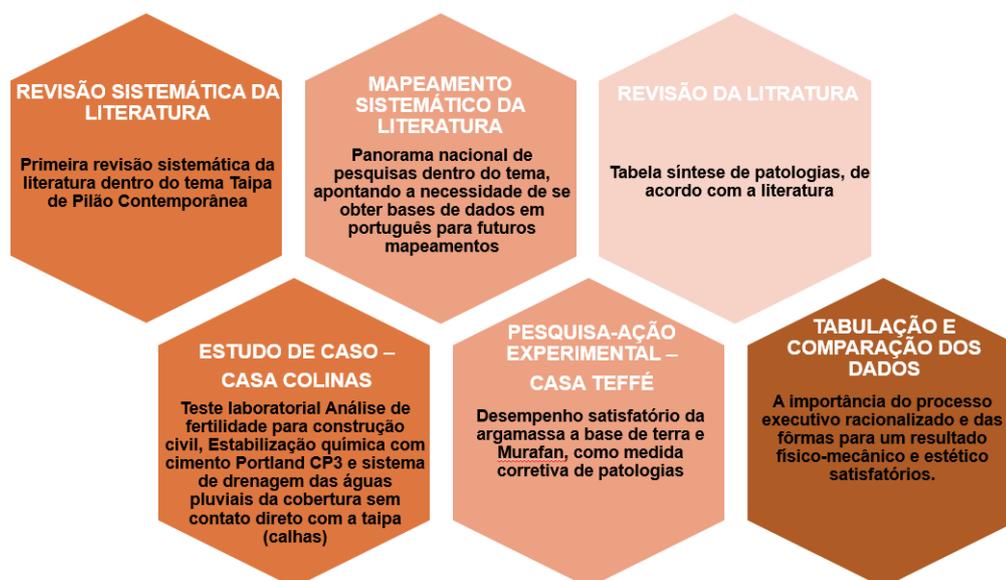
O processo de construção de paredes de taipa de pilão possibilitou, além da experiência em campo, impossibilitada pelo *Lockdown*, gerar dados construtivos compatíveis aos dados coletados na edificação do estudo de caso – Casa Colinas, para todas as fases – projeto, seleção do solo, execução e percepção do usuário, gerando dados que aferem maior confiabilidade à pesquisa.

Importante ainda mencionar o desempenho satisfatório para a argamassa a base de terra e *Murafan* experimental, apresentando-se dessa maneira, como alternativa de medidas corretivas patológicas.

Os resultados das tabulações de ambas edificações, nas três fases, possibilitaram verificar o emprego da técnica na contemporaneidade, observando tanto a importância da mecanização dos processos, uma vez que a Casa Colina demonstrou superar maior número de patologias, em comparação a Casa Teffé, como a importância do desempenho das fôrmas para um resultado físico-mecânico e estético mais satisfatório.

A FIGURA 72 sistematiza a contribuição desta pesquisa para a literatura.

FIGURA 73 – CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA PARA A LITERATURA



FONTE: A Autora (2021).

Portanto, conclui-se que o objetivo da pesquisa foi alcançado, em diferentes âmbitos e gerando dados comparáveis, resultando ainda em contribuições literárias inéditas.

Contudo, com relação aos problemas detectados ao longo do processo de pesquisa, no que tange ao método de pesquisa, destaca-se como principal aspecto, na condução do estudo de caso, a impossibilidade de visita *in loco* e o fato do condutor-pesquisador contribuir tanto no preenchimento de alguns itens da ficha documental, quanto todos os itens da ficha de observação, configurando única fonte de evidências.

Importante ainda mencionar que o condutor-observador, além de projetista e executor, é morador da edificação, juntamente com sua filha. Para tanto, optou-se por ele não preencher a ficha, para não se configurar novamente como mesma fonte de evidências.

Tal postura é adotada em observância a condução prévia feita no teste de validade, na qual pode ser observada a dificuldade de locomoção e acesso do observador-condutor à edificação.

Esse aspecto não compromete a validade da pesquisa, graças a decisão de conduzir e tabular resultados coletados através dos métodos de pesquisa complementares, ou seja, pesquisa-ação experimental e participante, gerando então dados compatíveis e comparáveis aos coletados no Estudo de Caso, por múltiplas fontes de evidências.

O que configurou uma real dificuldade enfrentada na condução desses múltiplos exercícios, sem dúvidas, foi a equalização de suas conduções concomitantes e em cenário de pandemia e *lockdown*.

Por conseguinte, mencionando as lacunas observadas na literatura, destaque para a carência de estudos mundiais e brasileiros acerca das características de conforto ambiental interna das edificações, aspecto esse entendido como de grande importância para a reinserção do sistema construtivo, ao atual mercado da construção civil.

Para trabalhos futuros, indica-se além dos estudos de conforto térmico e ambiental em ambientes internos, estudos sobre novos estabilizantes químicos além do cimento, bem como seu comportamento na desmontagem das paredes, de forma a garantir aspecto de Economia Circular às paredes, aspecto esse atualmente inviável com este tipo de estabilização química.

## REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. **NBR 15220:4** Edificações habitacionais — Desempenho parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013b.

ABIKO, A. K. **Tecnologias apropriadas tijolos e paredes monolíticas de solo-cimento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

ACHCAR, M. L. S. **Edificações em terra: processo de produção e evolução da taipa**. Dissertação (Mestrado em Habitação e Tecnologia). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

ALVES, A. B. M. **Potencial de climatização por dutos subterrâneos segundo zona bioclimática, profundidade e tratamento da superfície do solo**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ARAÚJO, D. S., RIBEIRO, J. M., PAIVA, M. F., ALEXANDRIA, S.S. Análise da tecnologia construtiva utilizada em comunidades da zona rural de Teresina, PI, Brasil. In: ENTAC - III ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., Mato Grosso do Sul. **Anais...** Campo Grande: ANTAC, 2010.

ARRUDA, R.; MENEZES, T; ALVES, J.; SANTOS, A. P. dos; LOPES, F. Assessing the impact of social distancing on covid-19 cases and deaths in brazil: an instrumented difference-in- differences approach 1. **Projeto COVID-19**, 2020.

ARTIGAS, J.V. **Os caminhos da arquitetura moderna**. (1952). São Paulo: Cosac & Naify, 2004.

ARY, M. F.; ORUI, S. Erros comuns em construções com terra. In: TERRA BRASIL 2016- VI CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 6., 2016, Bauru. **Anais...** São Paulo: REDE TERRA BRASIL, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Construção de paredes monolíticas com solo-cimento compactado**. Boletim Técnico N. 110, 1998. Disponível em < <https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/BT-110.pdf>> Acesso: 23 maio. 2020.

BARRETO, M. B. F.; YUBA, A. N.; LATOSINSKI, K.T. Levantamento de parâmetros de projeto de formas para taipa. In: ENTAC - XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2016.

BEZERRA, A. C. V.; SILVA, C. E. M.; SOARES, F. R. G.; SILVA, J. A. M. Fatores associados ao comportamento da população durante o isolamento social na pandemia de COVID-19. **Ciência e saúde coletiva**, 25, Rio de Janeiro, 2020.

BRITO, J. **Patologia e Reabilitação de Construção em Terra Crua**. Trabalho Final de Graduação. (Licenciatura em Arquitetura e Urbanismo). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, 2014.

CANIVELL, J.; MARTÍN-DEL-RÍO, J.J.; FALCÓN, R.M.; RUBIO-BELLIDO, C. Rammed Earth Construction: A Proposal for a Statistical Quality Control in the Execution Process. **Sustainability**, v. 12, n. 7, p. 2830, 2020.

CEPED - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. **Manual de construção com solo-cimento**. 1984. 3ª. Edição. São Paulo: CEPED/ BNH/ URBIS/ CONDER/ PMC/OEA/CEBRACE/ ABCP. 147 p., 1984.

CHEIN, I., COOK, S. W., HARDING, J. The field of action research. **Commission on Community Interrelations of the American Jewish Congress**, Nova York, 1945.

CIANCIO, D.; BECKETT, C. **Rammed Earth Construction: Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth**. 1st ed. London: CRC Press – Taylor & Francis Group, 2015.

COELHO, A. C. V. As técnicas vernaculares de construção aliadas à inovação tecnológica: um possível caminho para a sustentabilidade? In: TERRA BRASIL 2006- I CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 1., 2006, Minas Gerais. **Anais...** Ouro Preto: REDE TERRA BRASIL, 2006.

CULTURES CONSTRUCTIVES ET DÉVELOPPMENT DURABLE (CRATERre). **Térres à pisé**. Disponível em: <<http://craterre.org/>>. Acesso: 10 abril. 2021.

DABAIEH, M.; SAKR, M. *Transdisciplinary rammed earth construction and building practice*. **Earthen Architecture: Past, Present and Future**. Taylor and Francis, p. 107 a 113, 2014.

DEMANBORO, A.C.; FERRÃO, A.M.A.; MARIOTINI, C.A.; **Desafios da construção sustentável sob o enfoque do estoque de recursos naturais**. Campinas: Blucher, 2004.

EASTON, D. *The future and the common gound*. In: Internacional Conference on Rammed Earth Construction, 1, 2015, Perth and Margareth River. **Anais...** Perth: University of Western Australia, Australia, p. 11-16, 2015.

EIJK, D. V; SOUZA, C. M. Surgimento, desenvolvimento e desaparecimento da técnica taipa de pilão no Brasil. In: **Conservar Património**. Lisboa, n. 3-4 p. 17-24 Associação Profissional de Conservadores Restauradores de Portugal, 2006.

FARIA, O. B. Identificação e seleção de solos. **Célia Neves; Obede Borges Faria. (Org.). Técnicas de construção com terra**. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. p. 12-15. Disponível em: <http://www.redproterra.org>. Acesso em: 04 mar. 2019.

FARIA, O. B.; BATTISTELLE, R. A. G.; NEVES, C. Influence of the addition of "synthetic termite saliva" in the compressive strength and water absorption of compacted soil-cement. **Revista Ambiente Construído**, v. 16, n. 3, p. 127-136, 2016.

FERNANDES, M. Técnicas de construção em terra. In: **10ª Mesa Redonda de Primavera Terra: Forma de construir Arquitectura - Antropologia - Arqueologia**. Porto, Faculdade de Letras do Porto – FLUP. 2006.

FERREIRA, J. S. W. **Produzir casas ou construir cidades?** Desafios para um novo Brasil urbano. São Paulo: FUPAM, 2012.

FERREIRA, T. L. **Arquiteturas Vernáculas e processos contemporâneos de produção: formação, experimentação e construção de um assentamento rural**. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2014.

FRANÇA, A. A. V.; MARCONDES, C. G. N.; ROCHA, F. C. da; MEDEIROS, M. H. F. de; HELENE, Paulo R. L. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Revista Técnica**, São Paulo, v. 19, n. 174, p. 72-77, 2011.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV). **Rede de Pesquisa e Conhecimento Aplicado**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso: 23 março. 2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Déficit Habitacional no Brasil**. São Paulo, 2018. Disponível em: < <http://fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos1/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acesso: 18 março. 2019.

GATTI, F. **Arquitectura y Construcciones Tierra: Estudio comparativo das técnicas contemporâneas em terra**. Màsters Oficials (Màster universitari en Tecnologia a l'Arquitectura) - Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2012.

GIADA, G.; CAPONETTO, R.; NOCERA, F. Hygrothermal properties of raw earth materials: A literature review. **Sustainability**, v. 11, n. 19, p. 5342, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRANADA. **PLASTIFICADO COMERCIAL**, 2021. Disponível em <  
[https://loja.compensadosgranada.com.br/produto/plastificado-comercial-244x122m/?gclid=Cj0KCQjw24qHBhCnARIsAPbdtIJ9smbelkig8S6Zo01UskAuiVk--kYe2T2FdurEYAq6GkTDzVCL3mgaAraNEALw\\_wcB](https://loja.compensadosgranada.com.br/produto/plastificado-comercial-244x122m/?gclid=Cj0KCQjw24qHBhCnARIsAPbdtIJ9smbelkig8S6Zo01UskAuiVk--kYe2T2FdurEYAq6GkTDzVCL3mgaAraNEALw_wcB) > Acesso em: 11 de jul. 2021.

GUERRA, L. C. R; **Percepção das pessoas sobre a taipa de pilão**. 47 f. Dissertação (Mestrado em em Eficiência Energética e Sustentabilidade) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2017.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. 42 f. Monografia (Trabalho de conclusão do curso de Engenharia de Produção Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

HEISE, A. F. **Desenho do processo e qualidade na construção do painel monolítico de solo-cimento em taipa de pilão**. 2004, 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2004.

HOFFMANN, M. V. Efeito dos argilo – mineiras do solo na matéria prima dos sistemas construtivos com solo cal. **Revista PPG AU**. UFBA: Salvador, Bahia, v.03 n. 01, 2004.

HOFFMANN, M. V., **Efeito dos argilominerais do solo na matéria-prima dos sistemas construtivos com solo cal**. Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2002.

HOFFMANN, M. V.; MINTO, F. C. N.; HEISE, A. Taipa de pilão. **Célia Neves; Obede Borges Faria. (Org.). Técnicas de construção com terra.** 1ed.Bauru: FEB UNESP, v. 1, p. 46-61, 2011.

HOFFMANN, M.V. Arquitetura e construção com terra: taipa de pilão. **Revista Restauro:** São Paulo 2017, v. 1 nº 1 p. 21–33, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA APLICADA (IPEA). **Relatório de Pesquisa do IPEA.** Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15440](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15440)>. Acesso: 4 abril. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INMET**, 2020. Disponível em < <https://portal.inmet.gov.br/>> Acesso em: 10 de jul. 2020.

JOAQUIM, B. S., **TERRA E TRABALHO: o lugar do trabalhador nos canteiros de produção da Arquitetura e Construção com terra.** Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

KRAYENHOFF, M. Rammed earth in a concrete world. **D. Ciancio; C. Beckett, Rammed Earth construction, cutting-edge research on traditional and modern rammed earth.** Perth: CRC Press. 2015.

LEHNE, J.; PRESTON, F. **Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete.** Chatham House Report, junho de 2018. Disponível em: <<https://reader.chathamhouse.org/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete#>>. Acessado em 20/04/2019.

LEPSCH, I. F. As necessidades de efetuarmos levantamentos pedológicos detalhados no brasil e de estabelecermos as séries de solos. **Revista Tamoios (Online)**, v. 9, p. 3/2013.5665-15, 2013.

LOPES, C. A. P.; BARRETO, M. B. F., LATOSINSKY, K. T., YUBA, A. N. Medição de manifestações patológicas em paredes de Taipa e levantamento dos desperdícios decorrentes. In: TERRA BRASIL 2016- VI CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 6., 2016, Bauru. **Anais...** São Paulo: REDE TERRA BRASIL, 2016.

LOURENÇO, P. I. **Construções em Terra.** 167 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2002.

MAIA, L. R.; ANDRADE, A. G. S.; FARIA, O. B. Espaço arquitetônico contemporâneo construído com terra. In: XVI ENTAC: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo, **Anais...**São Paulo: ANTAC, 2016.

MAIA, L. R.; **Contribuições às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto.** 137 f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2016.

MANIATIDIS, V.; WALKER, **A Review of Rammed Earth Construcion.** Bath: University of Bath, 2003.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: **Metrópoles brasileiras - Revista São Paulo em Perspectivas**, São Paulo, v. 14, nº 4, p.21-33, out 2000.

MC-BAUCHEMIE. **MURAFAN**, 2021. Disponível em < <https://www.mc-bauchemie.com.br/produtos/aditivos-para-argamassa/adesivos/murafan-39.html>> Acesso em: 13 de jul. 2021.

MENDES, B. S.; SILVA, W. L.; MAGDALENA, R. A. V. C. O incentivo do uso e a percepção da taipa de pilão. **Lycemo**. Universidade São Francisco. Bragança Paulista, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). **Painel Coronavírus**. Disponível em < <https://covid.saude.gov.br/>> Acesso: 23 junho. 2021.

MINKE, G. **Manual de construccion en tierra**. Montevideo: Editorial Nordan Comunidad, 2001.

MIRANDA, A. S. **Análise comparativa de métodos simplificados de ACV aplicado a paredes**. 170 p. Trabalho de Conclusão Final de Curso (Mestrado Profissional) – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. Campo Grande, 2017.

MONTANER, J.M. **A modernidade superada. Arquitetura, arte e pensamento do século XX**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1997.

MORITA, C. A. M. **Ação, objeto e espaço na obra de Sérgio Ferro e Hélio Oiticica**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). FAU USP. São Carlos-SP, 2011.

NAGY RAMOS, R. B. M., YUBA, A.N. Ensino e capacitação para construção com terra. ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2017, São Leopoldo. **Anais...** RS, 2017.

NEVES, C. Introdução. In: NEVES, C.; FARIA, O. B. (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. p. 12-15. Disponível em: <http://www.redprotterra.org>. Acesso em: 03 mar. 2019.

NEVES, C. M. M.; FARIA, O. B.; ROTONDARO, R.; SALAS, P. C.; HOFFMANN, M. V. **Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra - práticas de campo**. Rede Iberoamericana PROTERRA. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).2010. Acessado em 15 abr. 2019.

VEDACIT. **NEUTROL**, 2021 Disponível em: <<https://www.vedacit.com.br/para-voce/produtos-e-solucoes/impermeabilizantes/neutrol>> Acesso em: 17 de set. 2021.

OCHOA, J. H., ARAÚJO, D. L., SATTLER, M. A. Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. **Revista Ambiente Construído**, 12(1), 91–114. 2012.

OLIVEIRA, B. A., **Inserção da Taipa de Pilão Mecanizada com Apiloamento Pneumático no Mercado da Construção Sustentável no Brasil**. Monografia – Especialização em Sustentabilidade Aplicada ao Ambiente Construído – UFMS. Cuiabá, 2012.

OLIVIERI, H.; BARBOSA, I. C. A.; ROCHA, A. C. DA; GRANJA, A. D.; FONTANINI, P. S. P. A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: Light Steel Framing. **Revista Ambiente Construído**, v. 17, n. 4, p. 45–60, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **A ONU e o Meio Ambiente**. São Paulo, 2017. Disponível em:< <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso: 23 março. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. São Paulo, 1948. Disponível em: <[http://www.onu-brasil.org.br/documentos\\_direitos-hu-manos.php](http://www.onu-brasil.org.br/documentos_direitos-hu-manos.php)>. Acesso: 23 março. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Direito a moradia adequada**. Brasília, 2013 Disponível em:< [https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/DH\\_moradia\\_final\\_internet.pdf](https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/DH_moradia_final_internet.pdf)>. Acesso: 23 abril. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais**. São Paulo, 1992. Disponível em: <<https://www.oas.org/dil/port/1966%20Pacto%20Internacional%20sobre%20os%20Direitos%20Econ%C3%B3micos,%20Sociais%20e%20Culturais.pdf>>. Acesso: 23 março. 2019.

ORUI, S., **Desempenho térmico das habitações construídas com terra**. Dissertação. (Mestrado em Habitação e Tecnologia) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2015.

PAULERT, R. **Uso de elementos vazados na arquitetura: estudo de três obras educacionais contemporâneas**. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

PEIXOTO, M. V. S. **Metodologia para aplicação de ensaios ultrassônicos em minipainéis de taipa de pilão**. Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PEREIRA, C. M. B.; **Arquitetura neovernacular em Curitiba: prospecção de suas contribuições para a sustentabilidade em três estudos de caso**. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

PERRIN, A.G.; FERREIRA, T. L. Casa Suindara - Sobre seus materiais e sistemas construtivos. In: TERRA BRASIL 2014- V CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 5., 2014, Minas Gerais. **Anais...** Viçosa: REDE TERRA BRASIL, 2014.

PINTO, A. S. S. **A Reabilitação em Construções de Taipa com a Utilização de Argamassas com Terra com a Adição de Ligantes**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil, na Área de Especialização de Edificações). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, 2018.

PINTO, E. S., **Solo-cimento compactado: proposta de métodos de ensaio para dosagem e caracterização física e mecânica.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2016.

PISANI, M.A.J. Taipas: a arquitetura de terra. **Revista Sinergia:** são paulo, v. 5, n. 1, p. 09-15, jan.jun, 2004.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL - UFPR (PPGEC). **Áreas de concentração e linha de pesquisa.** Curitiba, 2021. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/site/ppgec/pb/informacoes-academicas/areas-linhas/>>. Acesso: 11 julho. 2021.

RANGEL, B., PINHEIRO, L., SILVA, A., GUIMARÃES, A. Panorama da produção de obras em terra crua com design contemporâneo nos últimos 60 anos no Brasil. 2.º CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO LUSO-BRASILEIRA. **Anais...**2016.

RAUCH, M. ***Martin Rauch: Refined Earth: Construction & Design with Rammed Earth.*** Estados Unidos: Detail, 2016.

REMPEL, A. W., REMPEL, A.R. *Frost resilience of stabilized earth building materials.* **Geosciences.** v. 9, n. 8, p. 328. 2019.

ROCHA, R. A. P.; OLIVEIRA, P. H. M. Descrição da técnica de construção com terra estabilizada compactada na Austrália. In: TERRA BRASIL 2016- VI CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 6., 2016, Bauru. **Anais...** São Paulo: REDE TERRA BRASIL, 2016.

SANTANA, C. R.; AMARAL, F. A.; FIGUEIREDO, A. B. N. Terra: Uso em habitação de interesse social no Brasil. In: TERRA BRASIL 2016- VI CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 6., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: REDE TERRA BRASIL, 2016.

SANTOS, A. S., YUBA, A. N. Comparação de impactos ambientais de sistemas construtivos de paredes utilizando avaliação do ciclo de vida modular. In: VI ENTAC: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6, 2016, Rio Grande do Sul, **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

SATO, M. E.Y.; **Análise de estrutura em taipa de pilão**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2012.

SCHUMACHER, E. F. **O negócio é ser pequeno. Um estudo de economia que leva em conta as pessoas**. Tradução de Octávio Alves Melo. 4.ed., Rio de Janeiro: Zahar Editores, 261p. 1983.

SILVA, L.; FILHO, D.F.; FERNANDES, A. The effect of lockdown on the COVID-19 epidemic in Brazil: evidence from an interrupted time series design. **Caderno da Saúde Pública**; Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2020.

Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC) **Relatório Anual 2019**. (2019). Rio de Janeiro, 2019. Disponível em <<http://snic.org.br/numeros-relatorio-anual.php>> Acesso: 05 de março. 2020.

SINGH, M. K.; MAHAPATRA, S.; ATREYA, S. K. Solar passive features in vernacular architecture of North-East India. **Solar Energy Journal**, v. 85, n. 9, 2011.

SIREWALL. **Structural Insulated Rammed Earth**. Disponível em <<https://www.sirewall.com>> Acesso em: 09 setembro 2020.

SOUZA, B. R.; PAZ, J. G. S.; MILANI, A. P. S. Estudo da viabilidade técnica do solo cimento-autoadensável para a fabricação de paredes monolíticas in loco. In: ENTAC - XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2016.

TAVARES, S. F.; **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras.** 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Florianópolis, 2006.

TAVEIRA, E. S. N. **Tradição, culturas construtivas e modernidade nas arquiteturas de terra.** 53f. Dissertação (Mestrado em Artes) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

TORGAL, F. P., EIRES, R. M. G., JALALI, S. **Construção em terra.** Guimarães: Universidade do Minho, 2009.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. (2009) **Patologia e reabilitação de construções em terra.** Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/10442>>. Acesso em 1 maio 2019.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. In: Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

UNHABITAT - United Nations Centre for Human Settlements. **Earth construction technology.** Nairobi, United Nations Centre for Human Settlements, 200p., 1992.

VASCONCELLOS, S. **Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1979.

VERALDO, A. C.; **Análise do processo construtivo de taipa mecanizada: estudo de caso da sede do canteiro experimental da UFMS**. 96 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Campo Grande, 2015.

VERALDO, A. C.; YUBA, A. N.; MILANI, A. P. S. Análise de soluções construtivas para interfaces de paredes de taipa. In: XV ENTAC: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, Maceió, **Anais...Alagoas: ANTAC**, 2014.

VERALDO, A. C.; YUBA, A. N.; MILANI, A. P. S. Análise de soluções construtivas para interfaces de paredes de taipa. In: XV ENTAC: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15, 2014, Maceió, **Anais...Alagoas: ANTAC**, 2014.

VITORINO, N. V.; MORAES, O. B. Tecnologias sociais aplicadas à habitação rural: um estudo de caso no município de Senador Rui Palmeira/AL. In: TERRA BRASIL 2012- VI CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 4., 2012, Fortaleza. **Anais...** Ceará: REDE TERRA BRASIL, 2012.

WALKER, P., KEABLE, R., MANIATIDIS, V. **Rammed Earth: Design and construction guidelines**. Garston, Walford/Inglaterra: BRE Bookshop, 2005.

WALKER, P., STANDARDS AUSTRALIA. **The Australian Earth Building Handbook**. Watford, BRE Bookshop, 2002.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

**REFERÊNCIAS DA RSL**  
**(ENUMERADAS AS REFERÊNCIAS TABULADAS)**

AMRUTHA, V. N.; GEETHA, S. N. A systematic review on green human resource management: Implications for social sustainability. **Journal of Cleaner Production**, 2019.

1 - ANGULO-IBÁÑEZ, Q. Performance analysis of wooden reinforcement in rammed earth walls. **Periodica Polytechnica Civil Engineering**, v. 61, n. 4, p. 882-888, 2017.

2 - ARAKI, H.; LEE, J.; SATO, T.; KOSEKI, J. Strength properties of soil wall materials for seismic performance evaluation. **Deformation Characteristics of Geomaterials**. IOS Press: p. 722 – 729, 2011.

3 - ARAKI, H.; LEE, J.; SATO, T.; KOSEKI, J. Strength properties of soil wall materials for seismic performance evaluation. **Deformation Characteristics of Geomaterials**. IOS Press: p. 722 – 729, 2011.

4 - ARRIGONI, A.; BECKETT, C., CIANCIO, D., DOTELLI, G. Life cycle analysis of environmental impact vs. durability of stabilised rammed earth. **Construction and Building Materials**, v. 142, p. 128-136, 2017.

5 - BAICHE, B.; OSMANI, M.; WALLIMAN, N.; OGDEN, R. Earth construction in Algeria between tradition and modernity. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials**, v. 170, n. 1, p. 16-28, 2017.

6 - BECKETT, C. T. S.; HALL, M. R.; AUGARDE, C. E. Macrostructural changes in compacted earthen construction materials under loading. **Acta Geotechnica**, v. 8, n. 4, p. 423-438, 2013.

7 - BESTRATEN CASTELLS, S. C.; HORMIAS LAPERAL, E.; ALTEMIR MONTANER, Anna. Construcción con tierra en el siglo XXI. **Informes de la Construcción**, v. 63, n. 523, p. 5-20, 2011.

BORRELLI, E. M. Y.; SCHEER, S. Building Information Modeling nos Processos de Gerenciamento de Instalações. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: ANTAC, 2019.

8 - BUI, Q. B.; LIMAM, A.; MOREL, J. C. Discrete element modeling of rammed earth walls. **Rammed Earth Construction: Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth**, Cambridge University Press, p. 57, 2015.

9 - BUI, Q.-B; MOREL, J. C.; TRAN, V. H.; HANS, S.; OGGERO, M. How to use in-situ soils as building materials. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 1119-1126, 2016.

- 10 - BUI, T. T.; BUI, Q. B.; LIMAM, A.; MAXIMILIEN, S. Failure of rammed earth walls: From observations to quantifications. **Construction and Building Materials**, v. 51, p. 295-302, 2014.
- 11 - BURROUGHS, S. Recommendations for the selection, stabilization, and compaction of soil for rammed Earth wall construction. **Journal of Green Building**, v. 5, n. 1, p. 101-114, 2010.
- 12 - CANIVELL, J.; MARTÍN-DEL-RÍO, J.J.; FALCÓN, R.M.; RUBIO-BELLIDO, C. Rammed Earth Construction: A Proposal for a Statistical Quality Control in the Execution Process. **Sustainability**, v. 12, n. 7, p. 2830, 2020.
- 13 - CASTELLS, S.; LAPERAL, E. Infomes de la construcció, nº 523 monograph earth as building material, a contemporary approach. Rammed Earth Conservation - Proceedings of the 1st International Conference on Rammed Earth Conservation. **Anais...** Editorial: RESTAPIA - Taylor and Francis, p.463-468, 2012.
- 14 - CHANG RECAVARREN, G.; FIORI, C. M.; SCHEXNAYDER, C. Rammed earth: Construction lessons from experience. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, v. 18, n. 3, p. 149-154, 2013.
- 15 - CIANCIO, D. C.; AUGARDE, C.; JAQUIN, P. First international conference on rammed earth construction: report. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials**, v. 169, n. 5, p. 271-275, 2016.
- 16 - CIANCIO, D.; BECKETT, C. T. S.; CARRARO, J. A. H. Optimum lime content identification for lime-stabilised rammed earth. **Construction and Building Materials**, v. 53, p. 59-65, 2014.
- 17 - ÇIÇEK, B. K. Designing a new village with rammed earth construction in Eastern Anatolia, Turkey. **Vernacular heritage and earthen architecture: Contributions for sustainable development**. 2014. p. 263-268. 2013.
- 18 - COSTA, P. Earthen Architecture, culture of transition and self-construction. **Vernacular Heritage and Earthen Architecture: Contributions for Sustainable Development**, CRC Press / Taylor & Francis Group, pp.727. 2014.
- 19 - DABAIEH, M.; SAKR, M. *Transdisciplinary rammed earth construction and building practice*. **Earthen Architecture: Past, Present and Future**. Taylor and Francis, p. 107 a 113, 2014.
- 20 - DOBSON, S. Rammed earth in the modern world. **Rammed Earth Construction Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth**. Western Australia: D. Ciancio & C. Beckett, p. 3-10, 2015.

- 21 - EASTON, D., EASTON, T. Modern rammed earth construction techniques. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.364–384, 2012.
- 22 - EIRES, R.; CAMÕES, A.; JALALI, S. Enhancing water resistance of earthen buildings with quicklime and oil. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 3281-3292, 2017.
- 23 - GALABADA, G. H.; RAJAPAKSHA, M., AROOZ, F. R., HALWATURA, R. Identifying the Impact of Concrete Specimens Size and Shape on Compressive Strength: A Case Study of Mud Concrete. **Engineering, Technology & Applied Science Research**, v. 9, n. 5, p. 4667-4672, 2019.
- 24 - GALLIPOLI, D.; BRUNO, A. W.; PERLOT, C.; MENDES, J. A. geotechnical perspective of raw earth building. **Acta Geotechnica**, v. 12, n. 3, p. 463-478, 2017.
- 25 - GIADA, G.; CAPONETTO, R.; NOCERA, F. Hygrothermal properties of raw earth materials: A literature review. **Sustainability**, v. 11, n. 19, p. 5342, 2019.
- 26 - GIUFFRIDA, G.; CAPONETTO, R.; CUOMO, M. Uma visão geral dos edifícios contemporâneos de taipa: avanços tecnológicos na produção, construção e caracterização de materiais. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. Publicação IOP, p. 012018. 2019.
- 27 - HALL, M. R., CASEY, S. Hygrothermal behaviour and occupant comfort in modern earth buildings. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.17–40, 2012.
- 28 - HALL, M. R.; SWANEY, B. Stabilised rammed earth (SRE) wall construction- now available in the UK. **Building Engineer**, v. 80, n. 9, p. 12-15, 2005.
- 29 - HALL, M. R.; SWANEY, W. European modern earth construction. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.650–687, 2012.
- 30 - HAMARD, E.; CAMMAS, C.; FABBRI, A.; RAZAKAMANANTSOA, A.; CAZACLIU, B.; MOREL, J. C. Historical rammed earth process description thanks to micromorphological analysis. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 11, n. 3, p. 314-323, 2017.
- 31 - HERZOG, J.; MEURON, P.; MARBACH, S. A new phenomenon in contemporary industrial architecture 30 ricola herbal centre, Laufen, Switzerland. 2016. p. 30-33. 2016.
- 32 - HOPFE, C. J.; HALL, M. R. Fabric insulation, thermal bridging and acoustics in modern earth buildings. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.41–71, 2012.

- 33 - HOUBEN, H.; BALDERRAMA, A. A.; SIMON, S. Our earthen architectural heritage: materials research and conservation. **MRS Bulletin**, v. 29, n. 5, p. 338-341, 2004.
- 34 - HOUBEN, H.; BALDERRAMA, A. A.; SIMON, S. Our earthen architectural heritage: materials research and conservation. **MRS Bulletin**, v. 29, n. 5, p. 338-341, 2004.
- 35 - IVAN, H.; GOLUB, K.; ARPAD, C.; NEDO, D.; Danijel, K.; DANILO, V. Energy sustainability of rammed earth buildings. **Arhiv za Tehnicke Nauke/Archives for Technical Sciences**, n. 17, 2017.
- 36 - JAQUIN, P. A., AUGARDE, C. E., & GERRARD, C. M. Chronological Description of the Spatial Development of Rammed Earth Techniques. **International Journal of Architectural Heritage**, 2(4), 377–400, 2008.
- 37 - JENTSCH, Mark F.; KULLE, C.; BODE, T.; PAUER, T.; OSBURG, A.; NAMGYEL, K.; TENZIN, K. Field study of the building physics properties of common building types in the Inner Himalayan valleys of Bhutan. **Energy for Sustainable Development**, v. 38, p. 48-66, 2017.
- 38 - JÖRCHEL, S. Modern Earth Building—the Current State of Earth Building from a German Perspective. **In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, p. 012018. 2019.
- 39 - JORGE, F. Contemporary rammed earth construction. Alexandre Bastos—creativity and maturity. **Earthen Architecture: Past, Present and Future**. CRC Press, p. 221-224, 2014.
- 40 - JOVANOVIĆ, M.; MIRIĆ, A.; JOVANOVIĆ, G.; PETRONIJEVIĆ, M. A. Earth as a material for construction of modern houses. **Facta universitatis-series: Architecture and Civil Engineering**, v. 16, n. 2, p. 175-188, 2018.
- 41 - KAILEY, A.; RISHI, G. Current State of Modern Rammed Construction: A Case Study of First Peoples House after Seven Years Exposure. **Key Engineering Materials**. Trans Tech Publications Ltd, p. 63-76. 2016.
- 42 - KANG, G.; CHEN, B. Loess stabilization using cement, waste phosphogypsum, fly ash and quicklime for self-compacting rammed earth construction. **Construction and Building Materials**. v. 231. 2020.
- 43 - KEBAO, R., KAGI, D. Integral admixtures and surface treatments for modern earth buildings. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.256–281, 2012.
- KITCHENHAM, B. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. **Evidence-Based Software Engineering**, Durham, UK, 2007.

- 44 - KRAUS, C. From the ground up: Building the Dirt Works Studio. **Rammed Earth Conservation - Proceedings of the 1st International Conference on Rammed Earth Conservation**. Editorial: RESTAPIA- Taylor and Francis, p. 151-157, 2012.
- 45 - KRAYENHOFF, M. North American modern earth construction. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.561–608, 2012.
- 46 - LIANG, Y. Experimental Study on Frost Resistance of Rammed Earth Building Materials. **Chemical Engineering Transactions**, v. 66, p. 1177-1182, 2018.
- 47 - LINDSAY, R. Australian modern earth construction. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.609–649, 2012.
- 48 - LINDSAY, R. Structural steel elements within stabilised rammed earth walling. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.461–480, 2012.
- 49 - LU, X. T.; LIU, Y. P. Rammed Earth Construction: A Sustainable Architecture. **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications Ltd, p. 3131-3135. 2013.
- 50 - MA, C.; CHEN, B.; CHEN, L. Effect of organic matter on strength development of self-compacting earth-based construction stabilized with cement-based composites. **Construction and Building Materials**, v. 123, p. 414-423, 2016.
- 51 - MA, C.; CHEN, B.; CHEN, L. Variables controlling strength development of self-compacting earth-based construction. **Construction and Building Materials**, v. 123, p. 336-345, 2016.
- 52 - MA, C.; CHEN, L.; CHEN, B. Experimental study of effect of fly ash on self-compacting rammed earth construction stabilized with cement-based composites. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 28, n. 7, p. 04016022, 2016.
- 53 - MANIATIDIS, V.; WALKER, P. Structural capacity of rammed earth in compression. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 20, n. 3, p. 230-238, 2008.
- 54 - MARQUES, J.; LIMA, P. A.; VALE, C. P. Contemporary use of rammed earth in Portugal. The case of Alentejo coast. **Sustainable Housing Construction-40th IAHS World Congress on Housing**. 2014.
- 55 - MASKELL, D.; REDDY, V.; HEATH, A.; WALKER, P. Modern earth construction techniques—an overview. 16th International Brick and Block Masonry Conference, **Anais...2016**. 2016.

56 - MATEUS, R.; FERNANDES, J.; TEIXEIRA, E. R. Environmental life cycle analysis of earthen building materials. **C-TAC -Territory, Environment and Construction Centre**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing – Elsevier, 2019.

57 - MEEK, A. H.; ELCHALAKANI, M. Life cycle assessment of rammed earth made using alkaline activated industrial by-products. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, p. 012143. 2019.

58 - MEEK, A. H.; ELCHALAKANI, Mohamed. Life cycle assessment of rammed earth made using alkaline activated industrial by-products. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, p. 012143. 2019.

59 - MINKE, G. Building with earth-30 years of research and development at the University of Kassel. **International Symposium on Earthen Structures**, Bangalore, Interline Publishing. 2007.

60 - MOREL, J. C.; CHAREF, R. What are the barriers affecting the use of earth as a modern construction material in the context of circular economy?. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, p. 012053. 2019.

61 - MORRIS, H.; WALKER, R.; DRUPSTEEN, T. Observations of the performance of earth buildings following the September 2010 Darfield earthquake. **Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering**, v. 43, n. 4, p. 393-403, 2010.

62 - NARLOCH, P. L.; WOYCIECHOWSKI, P. DMOWSKA, E.; HALEMBA, K. Durability assessment of monolithic rammed earth walls. **Archives of Civil Engineering**, v. 61, n. 2, p. 73-88, 2015.

63 - NIROUMAND, H.; ZAIN, M. F. M.; JAMIL, M. The role of nanotechnology in rammed earth walls and earth buildings. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 89, p. 243-247, 2013.

64 - NIROUMAND, H.; ZAIN, M. F. M.; JAMIL, M. Various types of earth buildings. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 89, p. 226-230, 2013.

65 - NOWAMOOZ, H.; CHAZALLON, C. Finite element modelling of a rammed earth wall. **In: Construction and Building Materials**, v. 25, n. 4, p. 2112-2121, 2011.

OLIVEIRA NETO, G. C., SHIBAO, F. Y., GODINHO FILHO, M. The state of research on cleaner production in brazil. **Revista de Administração de Empresas**, 2016.

66 - OSORIO, J.M.L.; LOZANO, A.M.; CODES, U.M. Rammed-earth construction in southern Morocco: A reappraisal of the technology. **Rammed Earth Conservation - Proceedings of the 1st International Conference on Rammed Earth Conservation**. Editorial: RESTAPIA - Taylor and Francis, p. 169-174, 2012.

- 67 - OTCOVSKÁ, T. P.; MUŽÍKOVÁ, B.; PADEVĚT, Pavel. Determination of drying time of the rammed earth walls. **Acta Polytechnica CTU Proceedings**, v. 15, p. 81-87, 2018.
- 68 - OTCOVSKÁ, T.; MUŽÍKOVÁ, B.; PADEVĚT, P. Drying characteristic of rammed earth with illitic-kaolinitic clay content. **Acta Polytechnica CTU Proceedings**, v. 13, p. 89-92, 2017.
- PIZZI, S., CAPUTO, A., CORVINO, A., VENTURELLI, A. Management research and the UN Sustainable Development Goals (SDGs): a bibliometric investigation and systematic review. **Journal of Cleaner Production**, 2020.
- 69 - PYATT, R.; O'HARA, C.; HU, R. Rammed Earth construction for the Colorado Front Range region. **Rammed Earth Construction: Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth**, p. 129, 2015.
- 70 - RAJ, S.S.; SHARMA, A, K.; ANAND, K.B. Performance appraisal of coal ash stabilized rammed earth. **Journal of Building Engineering**, v. 18, p. 51-57, 2018.
- 71 - REDDY, B.V. V.; KUMAR, P. P. Embodied energy in cement stabilised rammed earth walls. **Energy and Buildings**, v. 42, n. 3, p. 380-385, 2010.
- 72 - REMPEL, A. R.; REMPEL, A. W. Intrinsic evaporative cooling by hygroscopic earth materials. **Geosciences**, v. 6, n. 3, p. 38, 2016.
- 73 - REMPEL, A. W., REMPEL, A.R. *Frost resilience of stabilized earth building materials*. **Geosciences**. v. 9, n. 8, p. 328. 2019.
- 74 - RUN, Y.; XIANGRONG, S.; JIANKANG, L. Constituent and mechanical properties of rammed earth of Jiaoshan ancient emplacement. **Journal of Jiangsu University (Natural Science Edition)**, n. 6, p. 23, 2009.
- 75 - RUZICKA, J. Prefabricated load bearing wall panels-effective technologies for earth structures. **CE SB07 Prague: Proceedings International Conference Central Europe towards Sustainable Building**. Intern Publication. T4C: Materials 2. 2007.
- 76 - RUZICKA, J.; HAVLIK, F.; RICHTER, J.; STANEK, K. Advanced Prefabricated Rammed Earth Structures—mechanical, building physical and environmental properties. **Rammed Earth Construction: Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth**, p. 139, 2015.
- 77 - SAMPAIO, M.; MARQUES, B. Vernacular principles towards eco-efficiency: A case study in Santiago do Cacém, Portugal. **Vernacular Heritage and Earthen Architecture**. CRC Press, p. 616-621. 2013.

78- SEQUEIRA, S. T. Contemporary earthen architecture in the south west of Portugal, meanings of a heritage. **Vernacular Heritage and Earthen Architecture**. CRC Press, p. 283-287.2013.

79 - SERRANO, S.; de GRACIA, A.; CABEZA, L. F. Adaptation of rammed earth to modern construction systems: Comparative study of thermal behavior under summer conditions. *Applied Energy*. **Conference Series**, 175, 180–188. 2016.

80 - SERRANO, S.; DE GRACIA, A.; PÉREZ, G.; CABEZA, L. F. Sustainable earth-based vs. conventional construction systems in the Mediterranean climate: Experimental analysis of thermal performance. **IOP Conf. Series: Mater. Sci. Eng.** p. 012007.2017.

81 - SOUDANI, L.; FABBRI, A.; WOLOSZYN, M.; GRILLET, A.C.; & MOREL, J.C. Hydric characterisation of rammed earth samples for different lime concentrations. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. 2018.

82 - STEVANOVIĆ, S. Optimal rammed earth wall thickness for a single-family house in Serbia. **Rammed Earth Conservation - Proceedings of the 1st International Conference on Rammed Earth Conservation**. Editorial: RESTAPIA - Taylor and Francis, p. 223-227, 2012.

83 - TAYLOR, P.; FULLER, R.; LUTHER, M. Validated model and study of a rammed earth wall building. **ANZSES 2004: Solar 2004: Life, the universe and renewables**. Australian and New Zealand Solar Energy Society, 2004.

84 - VAN DAIME, H.; HOUBEN, H. Earth concrete. Stabilization revisited. **Cement and Concrete Research**. Elsevier, 2018.

85 - VAN DER LINDEN, J.; JANSSENS, B.; KNAPEN, E. Potential of contemporary earth architecture for low impact building in Belgium. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, p. 012018. 2019.

86 - VON MAG, A.; RAUCH, M. Paredes de tapial y su industrialización (encofrados y sistemas de compactación). **Informes de la Construcción**, v. 63, n. 523, p. 35-40, 2011.

87 - WAGNER, E. The use of natural materials and ancient building techniques: The case for rammed earth construction. **Vernacular earthen architecture**. CRC Press / Taylor & Francis Group). p. 249-252. 2017.

88 - WALLIS, R. K. Modern rammed earth construction in China. **Modern Earth Buildings**. Cambridge: Editorial Woodhead Publishing - Elsevier, p.688–711, 2012.

89 - WINDSTORM, B.; SCHMIDT, A. A report of contemporary rammed earth construction and research in North America. **Sustainability**, v. 5, n. 2, p. 400-416, 2013.

90 - ZHANG, D. X.; LIU, D. P.; XIAO, M.; LI, H. Application of Traditional Local Materials and Suitable Technology in the Modern Low-Carbon Buildings: A Case Study of Rammed Earth Building. **Advanced Materials Research**. Trans Tech Publications Ltd, p. 69-73. 2011.

91 - ZHOU, C.; LIANG, Y. Review on technics of rammed earth wall. **International Symposium on Innovation & Sustainability of Structures in Civil Engineering**. October 28 -30, 2011, Xiamen University, Xiamen, China. School of Architecture, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian, v. 350108. 2011.

92 - ZHOU, T. G.; PENG, D. Q. CHENG, Jing Hua. Research and Application of Green Rammed Earth Wall Construction Technology. **Advanced Materials Research**. Trans Tech Publications Ltd, p. 2780-2787. 2012.

93 - ZHOU, T.; LIU, B. Experimental study on the shaking table tests of a modern inner-reinforced rammed earth structure. **Construction and Building Materials**, v. 203, p. 567-578, 2019.

94 -ZHOU, T.; LIU, B.; ZHAO, X.; MU, J. Experimental testing of the in-plane behavior of bearing modern rammed earth walls. **Advances in Structural Engineering**, 2018.

**REFERÊNCIAS DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA  
(ENUMERADAS AS REFERÊNCIAS TABULADAS)**

1 - ABIKO, A. K. **Tecnologias apropriadas tijolos e paredes monolíticas de solo-cimento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, São Paulo., 1980.

2 - ABIKO, A. K. Tecnologias Apropriadas em construção civil. **Tecnologias e Materiais Alternativos de Construção**. FREIRE, W.J. e BERALDO, A.L. (orgs). Campinas: Editora Unicamp. 336p., 2003.

3 - ACHCAR, M. L. S. **Edificações em terra: processo de produção e evolução da taipa**. Dissertação (Mestrado em Habitação e Tecnologia). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

4 - ARGOLLO FERRÃO, A. M.; HEISE, A. F. O processo produtivo de painéis de taipa de solo-cimento na construção de uma residência em Campinas, SP. Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 2, Encontro Latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, 1, p. 109-110. Canela. ELECS 2001: **Anais...** RS: ANTAC., 2001.

5 - ARY, M. F.; ORUI, S. Erros comuns em construções com terra. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

6- AUGUSTO, T.; LYRA, L.; NUNES, F.; RIBEIRO, L. Reinterpretação da técnica da taipa na produção atual. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 4, Fortaleza. Terra Brasil 2012: **Anais...** Fortaleza: Rede Terra Brasil, 2012.

7 - BAGLIONI, E.; MUNHOZ, R. Incubadora verde. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 4, Fortaleza. Terra Brasil 2012: **Anais...** Fortaleza: Rede Terra Brasil, 2012.

8 - BANDEIRA, R. F. **Estudo da correlação entre resistência mecânica e velocidade ultrassônica para um material terroso.** 147 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído Patrimônio Sustentável) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

9 - BARBOSA, N. O.; LIMA, M. A. J. Técnicas em terra na produção de habitação de interesse social em Presidente Prudente. Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 4., Encontro Latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, 2009, Recife. **Anais...** Pernambuco: ANTAC, 2009.

10 - BARBOZA, C. S. **Avaliação físico-mecânica do solo-cimento autoadensável para fabricação de paredes monolíticas.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Campo Grande, 2014.

11 - BARRETO, M. B. F.; YUBA, A. N.; LATOSINSKI, K.T. Levantamento de parâmetros de projeto de formas para taipa. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16, 2016, São Paulo. ENTAC 2016: **Anais...**São Paulo: ANTAC, 2016.

12 - BESSA, S.; MELLO, T.; BELO, B. Análise de durabilidade de blocos de solo-cimento com resíduos incorporados. XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 17., Foz do Iguaçu. ENTAC 2018: **Anais...** Paraná: ANTAC, 2018.

13 - CARVALHO, A. M. **Impermeabilizantes para edificações construídas em taipa.** 127 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de Processos) Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

14 - COELHO, A. C. V. As técnicas vernaculares de construção aliadas à inovação tecnológica: um possível caminho para a sustentabilidade? Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 1, Ouro Preto. Terra Brasil 2006: **Anais...**Ouro Preto: Rede Terra Brasil, 2006.

15 - COSTA, J. L. **Riscos ocupacionais na construção em taipa de pilão mecanizada**. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2018.

16 - DIDONÉ, K. R.; MILANI, A. P. S.; ALVES, G. F. Contribuição no estudo de propriedades físico térmicas do solo cimento para o desempenho térmico das edificações. Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 13, Campinas. ENCAC 2015: **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2015.

17 - DINIZ, S. S. N. B. **Taipa de pilão: uma aproximação tecnológica por meio de exemplos em São Paulo**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

18 - DOTTA, N.; YUBA, A. N. Análise de tendências atuais de pesquisa sobre taipa de pilão. XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 17., Foz do Iguaçu. ENTAC 2018: **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

19 - DOTTA, N.; PEREIRA, FERRARI, L. F.; YUBA, A. N. Análise de conteúdo sobre taipa de pilão em meios digitais. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: **Anais...** Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil, 2018.

20 - ERDELYI, M. C.; BRAGANHOLO, J. M. A terra como herança. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

21 - FAIÃO, B.Z; PIMENTEL, L.L. A utilização da cinza da casca de arroz junto ao solo-cimento na produção de material alternativo de construção. Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 3, Encontro Latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, Campo Grande. ELECS 2007: **Anais...** MS: ANTAC, 2007.

22 - FARIA, O. B.; BATTISTELLE, R. A. G.; Neves, C. Influence of the addition of "synthetic termite saliva" in the compressive strength and water absorption of compacted soil-cement. **Revista Ambiente Construído**, v. 16, n. 3, p. 127-136., 2016.

23 - FERNANDES, G. **Utilização do solo-cimento auto-adensável na fabricação de blocos de alvenaria**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista "Ilha Solteira", Ilha Solteira, 2017.

24 - FERRAZ, F.A.C.J. Considerações sobre conforto térmico em edificações de terra crua. III Encontro Nacional e I Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 3, Gramado. ENCAC 1995: **Anais...** Rio Grande do Sul: ANTAC, 1995.

25 - FERREIRA, A. A.; SILVEIRA, A. A.; dal MOLIN, D. A cinza da casca de arroz: possibilidades de utilização como insumo na produção de materiais de construção. Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 1, n. 1.997, p. 293-298. ELECS 1997: **Anais...** RS: ANTAC, 1997.

26 - FERREIRA, A. P. S. **Desempenho físico-mecânico e propriedades termofísicas de tijolos e mini-painéis de terra Crua tratada com aditivos químicos**. 135 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2003.

27 - FERREIRA, T. L. **Arquiteturas Vernáculas e processos contemporâneos de produção: formação, experimentação e construção de um assentamento rural.** 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2014.

28 - GALVÃO, L. D.; PINHEIRO, M. S.; PERLINI, E. M. R. CASA JHP Residência unifamiliar de taipa de pilão. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: **Anais...** Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil, 2018.

29 - GUERRA, L. C. R. **Percepção das pessoas sobre a taipa de pilão.** 47 f. Dissertação (Mestrado em em Eficiência Energética e Sustentabilidade) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2017.

30 - GUERRA, L. C.; YUBA, A.N. Percepção de valor sobre a taipa de pilão. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2, São Leopoldo. Euro-ELECS 2017: **Anais...** RS: ANTAC, 2017.

31 - HEISE, A. F. **Desenho do processo e qualidade na construção do painel monolítico de solo-cimento em taipa de pilão.** 2004, 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2004.

32 - HEISE, A. F.; GRANJA, A. D.; PICCHI, A. A. Oportunidade de aplicação dos princípios e ferramentas da mentalidade enxuta no processo de produção do painel monolítico de taipa de pilão. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 3, Campo Grande. Terra Brasil 2010: **Anais...**Campo Grande: Rede Terra Brasil, 2010.

33 - HEISE, A. F.; HOFFMANN, M. Casa Santa Rosa. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: **Anais...** Viçosa: Rede Terra Brasil, 2014.

34 - HEISE, A. F.; MINTO, F. C.; HOFFMANN, M. V. Proposta de contribuição para análise do desempenho técnicoconstrutivo das paredes de taipa de pilão. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 4, Fortaleza. Terra Brasil 2012: **Anais...** Fortaleza: Rede Terra Brasil, 2012.

35 - HENTGES, T. I.; ROSA, R. E.; MONTEIRO, R. R.; BÖES, J. S.; MANCIO, M. Aprimoramento da execução de moradias autóctones em aldeia Guarani através de estudo geotécnico do solo local. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2, São Leopoldo. Euro-ELECS 2017: **Anais...** rs: ANTAC, 2017.

36 - HOFFMANN, M. V.; MINTO, F. C. N.; HEISE, A. Taipa de pilão. In: Célia Neves; Obede Borges Faria. (Org.). **Técnicas de construção com terra**. 1ed.Bauru: FEB UNESP, v. 1, p. 46-61, 2011.

37 - HOFFMANN, M.V.; GONÇALVES, R. Análise da qualidade da taipa de pilão por meio de ondas ultra-sônicas. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 3, Campo Grande. Terra Brasil 2010: **Anais...**Campo Grande: Rede Terra Brasil, 2010.

38 - IUNES, I.M.C., MILANI, A. P. S., YUBA, A.N. Requisitos de qualidade para o projeto da norma brasileira de paredes de taipa de pilão. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2, São Leopoldo. Euro-ELECS 2017: **Anais...** rs: ANTAC, 2017.

39 - IUNES, I.M.C.; MILANI, A. P. S.; YUBA, A.N. Requisitos de qualidade para o projeto da norma brasileira de paredes de taipa de pilão. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 3, Foz do Iguaçu. Euro-ELECS 2019: **Anais...** PR: ANTAC, 2019.

40 - JOAQUIM, B. S. **TERRA E TRABALHO: o lugar do trabalhador nos canteiros de produção da Arquitetura e Construção com terra.** Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

41 - JOAQUIM, B. S.; LOPES, J. M. A. Terra e trabalho – avaliação de canteiros de obra da arquitetura e construção com terra. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: **Anais...** Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil, 2018.

42 - LOPES, C. A. P.; BARRETO, M. B. F., LATOSINSKY, K. T., YUBA, A. N. Medição de manifestações patológicas em paredes de Taipa e levantamento dos desperdícios decorrentes. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

43 - MACHADO, M. F.; MIRANDA, D. E. O.; SEGANTINI, A. A. S. Solo-cimento plástico com adição de residuo de concreto para uso em fundações moldadas "in loco". Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11., Florianópolis. ENTAC 2006: **Anais...** Santa Catarina: ANTAC, 2006.

44 - MACUL, M.; PRADO, S.; OLIVEIRA, C.A. Arquitetura da sustentabilidade – novos procedimentos. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 2, São Luiz. Terra Brasil 2008: **Anais...** São Luiz: Rede Terra Brasil, 2008.

45 - MAGALHÃES, M. A. A.; AKIL, P. P. V. O solo-cimento em painéis e em blocos. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 8, Salvador. ENTAC 2000: **Anais...** Bahia: ANTAC, 2000.

46 - MAIA, L. R. O conforto da habitação de terra. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 1, Guimarães. Euro-ELECS 2015: **Anais...** Guimarães: ANTAC, 2015.

47 - MAIA, L. R. **Contribuições às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto.** 137 f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2016.

48 - MAIA, L. R. O. O conforto da habitação de terra. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: **Anais...** Viçosa: Rede Terra Brasil, 2014.

49 - MAIA, L. R., ANDRADE, A. G. S., FARIA, O. B. Tecnologia apropriada na construção com terra – taipa e blocos de terra comprimida. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16, 2016, São Paulo. ENTAC 2016: **Anais...**São Paulo: ANTAC, 2016.

50 - MAIA, L. R.; ANDRADE, A. G. S.; FARIA, O. B. Espaço arquitetônico contemporâneo construído com terra. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

51 - MAIA, R. T. **Avaliação das variáveis que influenciaram no uso da terra como material construtivo para habitação social rural no Assentamento Rural Sepé Tiajarú - Serra Azul SP.** Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

52 - MAIA, R. T.; CAVALCANTE, A. J.R.; LOPES, A. T. Banco de taipa de pilão como peça de design. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: **Anais...** Viçosa: Rede Terra Brasil, 2014.

53 - MARTINS, A. P. S.; SILVA, M. F. A., TOLEDO, R. D. F. Retração por secagem em compósitos solo-cimento-fibras de sisal autoadensáveis. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

54 - MATTARAIA, R. A.; INO, A. Argamassa de revestimento para construções em terra crua. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 9, Foz do Iguaçu. ENTAC 2002: **Anais...** Paraná: ANTAC, 2002.

55 - MENDES, B. S; MORAIS, W. L.; MAGDALENA, R. A. V. C.O incentivo do uso e a percepção da taipa de pilão. In: **Lycemo**. Universidade São Francisco. Bragança Paulista, 2019.

56 - MILANI, A. P. S. **Avaliação física, mecânica e térmica do material Solo-cimento-cinza de casca de arroz e seu Desempenho como parede monolítica**. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2008.

57 - MILANI, A. P. S.; BERTOCINI, S. T. Estudos para viabilizar o uso do material solo-cimento-cinza de casca de arroz na construção de paredes monolíticas. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 2, São Luiz. Terra Brasil 2008: **Anais...** São Luiz: Rede Terra Brasil, 2008.

58 - MILANI, A. P. S.; ANDREASI, W.A; LABAKI, L.C. Monitoramento térmico de edificação-protótipo construída com sistema de paredes maciças de solocimento-cinza de casca de arroz. Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 10, Natal. ENCAC 2009: **Anais...** Rio Grande do Norte: ANTAC., 2009

59 - MILANI, A. P. S.; BARBOZA, C. S. Uso de aditivo plastificante em solo-cimento plástico para fabricação de paredes monolíticas. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15, 2012, Juiz de Fora. ENTAC 2012: **Anais...** Minas Gerais: ANTAC, 2012.

60 - MILANI, A. P. S.; BARBOZA, C. S. Contribuição ao estudo de propriedades do solo-cimento autoadensável para fabricação de paredes monolíticas. **Revista Ambiente Construído**, v. 16, n. 4, p. 143-153., 2016.

61 - MILANI, A. P. S.; FREIRE, W. J. Caracterização físico-mecânica e térmica de misturas de solo-cimento-cinza de casca de arroz e seu emprego na construção de edificação-protótipo utilizando o sistema de paredes monolíticas. Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 3, Encontro Latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, Campo Grande. ELECS 2007: **Anais...** MS: ANTAC, 2007.

62 - MILANI, A. P. S.; FREIRE, W. J.; LABAKI, L. C. Avaliação de desempenho térmico de edificação protótipo construída com sistema de paredes monolíticas de solo-cimento-cinza de casca de arroz. Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 9, Ouro Preto. ENCAC 2007: **Anais...** Minas Gerais: ANTAC, 2007.

63 - MILANI, A. P. S.; MAIA, M. M. Uso de aditivos químicos para redução de energia de compactação na execução de taipa de pilão. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: **Anais...** Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil, 2018.

64 - MILANI, A. P. S.; SOUZA, B. R.; AYALA, J. M. A influência do método de produção do solo-cimento autoadensável nas propriedades das paredes monolíticas. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: **Anais...** Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil, 2018.

65 - MILANI, A. P. S.; VIEIRA, J. V. Estudo do desempenho e conforto térmico em edificação de solo-cimento em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: **Anais...** Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil, 2018.

66 - MINTO, F. C. N. Escritório em fazenda com painéis autoportantes em taipa de pilão. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: **Anais...** Viçosa: Rede Terra Brasil, 2014.

67 - MIRANDA, A. S. **Análise comparativa de métodos simplificados de ACV aplicado a paredes**. 170 p. Trabalho de Conclusão Final de Curso (Mestrado Profissional) – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. Campo Grande, 2017.

68 - MIRANDA, A. S., YUBA, A. S. Comparação de impactos ambientais de sistemas construtivos de paredes utilizando avaliação do Ciclo de vida modular. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16, 2016, São Paulo. ENTAC 2016: **Anais...**São Paulo: ANTAC, 2016.

69 - MONTEIRO, G. P.; MEDERO, I. A. Arquitetura de terra – uma tecnologia atemporal. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 4, Fortaleza. Terra Brasil 2012: **Anais...** Fortaleza: Rede Terra Brasil, 2012.

70 - NAGY RAMOS, R. B. M. **Proposição de conteúdo para disciplina de arquitetura e construção com terra**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Eficiência Energética) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Campo Grande, 2019.

71 - NAGY RAMOS, R. B. M., YUBA, A.N. Ensino e capacitação para construção com terra. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2, São Leopoldo. Euro-ELECS 2017: **Anais...** rs: ANTAC, 2017.

72 - NAGY RAMOS, R.B.M., YUBA, A.N. Análise e proposição de conteúdo para disciplina de arquitetura e Construção com terra. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 3, Foz do Iguaçu. Euro-ELECS 2019: **Anais...** PR: ANTAC, 2019.

73 - NAKAGAWA, B. Y. M. **Aplicações de ecotécnicas na construção civil e comparação com técnicas tradicionais.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2017.

74 - NEVES, C. M. M. Inovações tecnológicas em construção com terra: o solo cimento. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 5, São Paulo. ENTAC 1993: **Anais...** São Paulo: ENTAC, 1993.

75 - NEVES, C. M. M.; FARIA, O. B.; Rotondaro, R.; Salas, P. C.; Hoffmann, M. V. (2019). Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra - práticas de campo. **Rede Iberoamericana PROTERRA.** (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila), 2010.

76 - Oliveira, B. A. **Inserção da Taipa de Pilão Mecanizada com Apiloamento Pneumático no Mercado da Construção Sustentável no Brasil.** Monografia – Especialização em Sustentabilidade Aplicada ao Ambiente Construído – UFMS. Cuiabá, 2012.

77 - OLIVEIRA, C. N. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações.** 170 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Florianópolis, 2009.

78 - OLIVEIRA, M. M. F.; ARAÚJO, V. M. D.; PEDRINI, A.; MARINHO, G. S. Análise das propriedades termofísicas e dos desempenhos térmicos de sistemas construtivos. Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 8, Maceió. ENCAC 2005: **Anais...** Alagoas: ANTAC, 2005.

79 - ORUI, S. Adequação das vedações em terra à norma brasileira de desempenho térmico. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: **Anais...** Viçosa: Rede Terra Brasil, 2014.

80 - ORUI, S. **Desempenho térmico das habitações construídas com terra.** Dissertação. (Mestrado em Habitação e Tecnologia) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2015.

81 - PADILHA, C., MELO, F. M., BRAZETTI, R. Caracterização das propriedades físico-mecânicas de compósitos solo-resina. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11., Florianópolis. ENTAC 2006: **Anais...** Santa Catarina: ANTAC, 2006.

82 - PAMPLONA, S.; ROSALINO, F. Centro de referência em educação Ambiental do SINPRO-DF - Uso da terra em múltiplas formas. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

83 - PEIXOTO, M. V. S. **Metodologia para aplicação de ensaios ultrassônicos em minipainéis de taipa de pilão.** Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

84 - PEIXOTO, M. V. S. **Avaliação da integridade mecânica em paredes de taipa de pilão utilizando a técnica do ultrassom: utilizando a técnica do ultrassom.** Tese. (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

85 - PERRIN, A.G.; FERREIRA, T. L. Casa Suindara - Sobre seus materiais e sistemas construtivos. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: **Anais...** Viçosa: Rede Terra Brasil, 2014.

86 - PINHEIRO, L., RANGEL, B., SILVA, A., GUIMARÃES, A. Panorama da produção de obras em terra crua com design contemporâneo nos últimos 60 anos no Brasil. **Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira.**, 2., 2016.

87 - PINTO, E. S. **Solo-cimento compactado: proposta de métodos de ensaio para dosagem e caracterização física e mecânica.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2016.

88 - PIVA, R. Casa Curva - Privacidade e conforto. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

89 - REZENDE, M. A. P. R.; FO. R. R.; NAVES, I.; TEOBALDO, C. Realização de oficinas em arquitetura de terra como preservação e implemento das técnicas construtivas tradicionais. Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 3, Encontro Latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, Campo Grande. ELECS 2007: **Anais...** MS: ANTAC, 2007.

90 - ROCHA, R. A. P.; OLIVEIRA, P. H. M. Descrição da técnica de construção com terra estabilizada compactada na Austrália. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

91 - RONCONI, R. L. N.; NECO, M.C. Ensino em canteiro experimental: Construção de uma taipa pigmentada. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

92 - SANTOS, C. A. **Construção com terra no brasil: panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada.** 150 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Florianópolis, 2015.

93 - SATO, M. E.Y. **Análise de estrutura em taipa de pilão.** 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2012.

94 - SATO, M. E.Y.; REYOLANDO, M. L. R. F. Análise de estruturas em taipa de pilão. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 4, Fortaleza. Terra Brasil 2012: **Anais...** Fortaleza: Rede Terra Brasil, 2012.

95 - SILVA, C. I. **Interação físico-química das misturas de solo-cimento com aditivo superplastificante a base de policarboxilatos**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Campo Grande, 2016.

96 - SOARES, J. M. D.; TOMAZETTI, R. R.; PINHEIRO, R. B. Habitação em paredes monolíticas de solo-cimento. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, n.5, p.51-57. São Paulo, 2004.

97 - SOUZA, B. R., PAZ, J. G. S., MILANI, A. P. S. Estudo da viabilidade técnica do solo cimento-autoadensável para a fabricação de paredes monolíticas in loco. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16, 2016, São Paulo. ENTAC 2016: **Anais...**São Paulo: ANTAC, 2016.

98 - SOUZA, B. R.; MENDONÇA, A. N. R.; MORAIS, K. P. N. Velhas tecnologias, novos fazeres: o caso da residência criativa no Maranhão. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: **Anais...** Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil, 2018.

99 - SOUZA, B. R.; PAZ, J. C. S.; MILANI, A. P. S. Aplicação do solo-cimento autoadensável em paredes monolíticas in loco. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 6, Bauru. Terra Brasil 2016: **Anais...** Bauru: Rede Terra Brasil, 2016.

100 - TAVARES, S. F.; ALMADA, T. O uso da taipa em construções sustentáveis contemporâneas. **Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis**, 3, Coimbra, Portugal, 2018.

101 - TAVEIRA, E. S. N. **Tradição, culturas construtivas e modernidade nas arquiteturas de terra.** 53f. Dissertação (Mestrado em Artes) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

102 - VELLOSO, C. H. V. Estudo de caso: habitação experimental em solo cimento, experiência-piloto realizada. Simpósio Latino-americano de Racionalização da Construção e sua Aplicação às Habitações de interesse Social, 1981, São Paulo. **Anais...** p. 179-188, São Paulo, 1981.

103 - VELLOSO, L. T. M. Casa Cunha. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro. Terra Brasil 2018: **Anais...** Rio de Janeiro: Rede Terra Brasil, 2018.

104 - VERALDO, A. C. **Análise do processo construtivo de taipa mecanizada: estudo de caso da sede do canteiro experimental da UFMS.** 96 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Campo Grande, 2015.

105 - VERALDO, A. C.; Paz, J. G. S.; YUBA, A. N.; Milani, A. P. S. Análise do processo de produção de paredes maciças de solo estabilizado a partir do uso de mecanização. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: **Anais...** Viçosa: Rede Terra Brasil, 2014.

106 - VERALDO, A. C.; YUBA, A. N. Casas de paredes de taipa com solo estabilizado para o meio rural. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 5, Viçosa. Terra Brasil 2014: **Anais...** Viçosa: Rede Terra Brasil, 2014.

107 - VERALDO, A. C.; YUBA, A. N.; MILANI, A. P. S. Procedimentos expeditos para medição in loco de patologias de paredes de taipa. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 1, Guimarães. Euro-ELECS 2015: **Anais...** Guimarães: ANTAC, 2015.

108 - VERALDO, A. C.; YUBA, A. N.; MILANI, A. P. S. Análise de soluções construtivas para interfaces de paredes de taipa. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15, 2014, Maceió. Entac 2014: **Anais...**Alagoas: ANTAC, 2014.

109 - VILLAÇA, A. C. Oportunidades de construção de terra após o novo projeto brasileiro padrão de desempenho de construção. Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 1, Guimarães. Euro-ELECS 2015: **Anais...** Guimarães: ANTAC, 2015.

110 - VITORINO, N. V.; MORAES, O. B. Tecnologias sociais aplicadas à habitação rural: um estudo de caso no município de Senador Rui Palmeira/AL. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 4, Fortaleza. Terra Brasil 2012: **Anais...** Fortaleza: Rede Terra Brasil, 2012.

## APÊNDICE 1 – FICHA DOCUMENTAL DO ESTUDO DE CASO

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>DADOS GERAIS DA EDIFICAÇÃO</b>	
	NOME:	
	CONTIDA NA PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA:	
	AUTOR DO PROJETO:	
	EXECUÇÃO:	ANO DE EXECUÇÃO:
	ANO DO PROJETO:	CLIMA:
	LOCALIZAÇÃO:	USO DA EDIFICAÇÃO:
	ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO ANUAL:	ÁREA CONSTRUÍDA:
	ÁREA DO TERRENO:	LARGURA DAS PAREDES:
	NÚMERO PAVIMENTOS:	TIPO DE FUNDAÇÃO:
	MATERIAIS DA GERAIS DA EDIFICAÇÃO:	
	DADOS PARA CONTATO (PROJETO):	
	DADOS PARA CONTATO (EXECUTOR):	
		<b>DADOS PROJETUAIS</b>
		1 - PLANTAS DO PROJETO

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
FICHA DOCUMENTAL	2 - CORTES DO PROJETO
	3 - QUAL O PROGRAMA DO PROJETO?
	4 - QUAL O PARTIDO DO PROJETO?

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
SOLUÇÕES PROJETUAIS RELACIONADAS A ESTRUTURA	
<b>5 - COMO FOI SOLUCIONADA A INTERFACE DAS ESTRUTURAS COM A TAIPA? MARQUE TODAS AS SOLUÇÕES ADOTADAS E ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
<input type="checkbox"/> SEM ESTRUTURAS, SOMENTE A PAREDE AUTOPORTANTE	
<input type="checkbox"/> PILARES APARENTES DE CONCRETO	
<input type="checkbox"/> VIGAS APARENTES DE CONCRETO	
<input type="checkbox"/> PILARES APARENTES METÁLICO	
<input type="checkbox"/> VIGAS APARENTES METÁLICAS	
<input type="checkbox"/> PILARES APARENTES DE MADEIRA	
<input type="checkbox"/> VIGAS APARENTES DE MADEIRA	
<input type="checkbox"/> OUTROS, ESPECIFIQUE	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b>	
<b>6 - COMO FOI SOLUCIONADA A INTERFACE DA TAIPA, EM CONTATO COM O SOLO? HÁ BALDRAME APARENTE? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
<input type="checkbox"/> SIM	
<input type="checkbox"/> NÃO	
QUAL ALTURA, A PARTIR DO SOLO?	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b>	
<b>7 - PARA O DIMENSIONAMENTO DA VIGA BALDRAME E VIGAS INTERMEDIÁRIAS (NO CASO DE PAREDE COM PÉ DIREITO DUPLO), FOI LEVADO EM CONSIDERAÇÃO O PESO DA TERRA APOIADA (A FIM DE EVITAR ESMAGAMENTO?) ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
<input type="checkbox"/> SIM	
<input type="checkbox"/> NÃO	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b>	

FICHA DOCUMENTAL

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DOCUMENTAL</b>	<b>8 - COMO FOI SOLUCIONADA A INTERFACE DA TAIPA COM A ESTRUTUTURA DA COBERTURA? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
	RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
	<input type="checkbox"/>	VIGAS APARENTES DE CONCRETO
	<input type="checkbox"/>	VIGAS APARENTES METÁLICAS
	<input type="checkbox"/>	VIGAS APARENTES DE MADEIRA
	<input type="checkbox"/>	SEM ESTRUTURA PRÓPRIA PARA A COBERTURA
	<input type="checkbox"/>	OUTRAS. ESPECIFIQUE:
	<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b>	
	<b>9 - HÁ VÃOS PARA ABERTURAS DE ESQUADRIAS NAS PAREDES DE TAIPA? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
	RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
<input type="checkbox"/>	NÃO (EMPENA CEGA)	
<input type="checkbox"/>	SIM	
HÁ VERGAS OU CONTRAVERGAS NOS VÃOS?		
<input type="checkbox"/>	NÃO (EMPENA CEGA)	
<input type="checkbox"/>	SIM	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b>		
<b>10 - A REGIÃO NA QUAL A EDIFICAÇÃO FORA IMPLANTADA É SUSCETÍVEL A ABALOS SISMICOS? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>		
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO	
<input type="checkbox"/>	SIM	
<input type="checkbox"/>	NÃO	
SE SIM, FORAM PREVISTOS ELEMENTOS DE REFORÇO NAS PAREDES?		
<input type="checkbox"/>	SIM	
<input type="checkbox"/>	NÃO	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>SOLUÇÕES PROJETUAIS RELACIONADAS A ESTAQUEIDADE</b>	
<b>11- FORAM PREVISTOS BEIRAS EXTERNOS? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
<input type="checkbox"/> SIM	
<input type="checkbox"/> NÃO	
SE SIM, QUAL LARGURA?	
<b>12- FORAM PREVISTOS RUFOS NOS TOPOS DAS PAREDES EXTERNAS? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
<input type="checkbox"/> SIM	
<input type="checkbox"/> NÃO	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b>	
<b>13- O SISTEMA DE DRENAGEM DE AGUÁIS PLUVIAIS DE COBERTURA FOI PREVISTO EM PROJETO? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
<input type="checkbox"/> SIM	
<input type="checkbox"/> NÃO	
ESTÁ EM CONTATO DIRETO COM A TAIPA?	
<input type="checkbox"/> SIM	
<input type="checkbox"/> NÃO	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b>	
<b>SOLUÇÕES PROJETUAIS RELACIONADAS AS MOVIMENTAÇÕES HIGROTÉRMICAS</b>	
<b>14 - AS PAREDES FORAM PROJETADAS DE FORMA MODULAR? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
<input type="checkbox"/> NÃO	
<input type="checkbox"/> SIM	
QUAL MODULAÇÃO?	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b>	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
SOLUÇÕES PROJETUAIS RELACIONADAS AS INSTALAÇÕES	
<b>FICHA DOCUMENTAL</b>	<b>15- DE QUE MANEIRA SÃO FEITAS AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS NAS PAREDES? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>
	RESPOSTA
	<input type="checkbox"/> DE FORMA EMBUTIDA
	<input type="checkbox"/> DE FORMA APARENTE
	QUAL MATERIAL DAS TUBULAÇÕES?
	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> FERRO GALVANIZADO
	<input type="checkbox"/> COBRE
	<input type="checkbox"/> OUTROS
	ESPECIFIQUE:
<b>16- DE QUE MANEIRA SÃO FEITAS AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NAS PAREDES? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	
<input type="checkbox"/> DE FORMA EMBUTIDA	
<input type="checkbox"/> DE FORMA APARENTE	
QUAL MATERIAL DAS TUBULAÇÕES?	
<input type="checkbox"/> MAGUEIRA CORRUGADA	
<input type="checkbox"/> CANALETA FERRO GALVANIZADO	
<input type="checkbox"/> CANALETA PVC	
<input type="checkbox"/> OUTROS, ESPECIFIQUE	
<b>REGISTRE AQUI OUTRA (S) SOLUÇÕES PROJETUAIS ESPECIFICAS PARA ESSE SISTEMA CONSTRUTIVO. ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO					
<b>FICHA DCUMENTAL</b>	<b>REGISTRE AQUI OUTRA (S) SOLUÇÕES PROJETAIS ESPECIFICAS PARA ESSE SISTEMA CONSTRUTIVO. ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO</th> <th style="width: 50%;">DETALHAMENTO OU FOTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO		
	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO			
<b>REGISTRE AQUI OUTRA (S) SOLUÇÕES PROJETAIS ESPECIFICAS PARA ESSE SISTEMA CONSTRUTIVO. ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>					
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO</th> <th style="width: 50%;">DETALHAMENTO OU FOTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO			
DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO				
<b>REGISTRE AQUI OUTRA (S) SOLUÇÕES PROJETAIS ESPECIFICAS PARA ESSE SISTEMA CONSTRUTIVO. ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>					
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO</th> <th style="width: 50%;">DETALHAMENTO OU FOTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO			
DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO				

FICHA PARA ESTUDO DE CASO					
<b>FICHA DCUMENTAL</b>	<b>REGISTRE AQUI OUTRA (S) SOLUÇÕES PROJETAIS ESPECIFICAS PARA ESSE SISTEMA CONSTRUTIVO. ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO</th> <th style="width: 50%;">DETALHAMENTO OU FOTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO		
	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO			
<b>REGISTRE AQUI OUTRA (S) SOLUÇÕES PROJETAIS ESPECIFICAS PARA ESSE SISTEMA CONSTRUTIVO. ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>					
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO</th> <th style="width: 50%;">DETALHAMENTO OU FOTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO			
DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO				
	<b>REGISTRE AQUI OUTRA (S) SOLUÇÕES PROJETAIS ESPECIFICAS PARA ESSE SISTEMA CONSTRUTIVO. ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO</th> <th style="width: 50%;">DETALHAMENTO OU FOTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO		
DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO				

## APÊNDICE 2 – FICHA DE OBSERVAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
PARTE 1 - DADOS GERAIS DA EDIFICAÇÃO		
FICHA DE OBSERVAÇÃO	NOME:	
	CONTIDA NA PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA:	
	AUTOR DO PROJETO:	
	EXECUÇÃO:	
	ANO DO PROJETO:	ANO DE EXECUÇÃO:
	LOCALIZAÇÃO:	CLIMA:
	ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO ANUAL:	USO DA EDIFICAÇÃO:
	ÁREA DO TERRENO:	ÁREA CONSTRUÍDA:
	NÚMERO PAVIMENTOS:	TIPO DE FUNDAÇÃO:
	MATERIAIS DA GERAIS DA EDIFICAÇÃO:	
	DADOS PARA CONTATO (PROJETO):	
	DADOS PARA CONTATO (EXECUTOR):	
	OBSERVADOR-CONDUTOR:	
	DADOS EXTRAÍDOS EM CONVERSA COM EXECUTOR	
	1 - COMO FOI FEITA A SELEÇÃO DO SOLO?	
2 - O SOLO UTILIZADO É DO TERRENO DE IMPLANTAÇÃO OU DE JAZIDAS PRÓXIMAS? EXPLIQUE PORQUE.		
3 - FOI REALIZADO ALGUM ENSAIO LABORATORIAL ANTES DA EXECUÇÃO? SE SIM, QUAIS?		
4 - CASO NÃO TENHAM SIDO FEITOS ENSAIOS LABORATORIAIS, DE QUE MANEIRA FOI FEITA A VERIFICAÇÃO DA GRANULOMETRIA DO SOLO? DESCREVA-AS		
5 - FOI REALIZADA CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA OU USADO ESTABILIZANTE NA MASSA? ESPECIFIQUE O TRAÇO		
CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA	ADICÃO DE ESTABILIZANTE	
NÃO FOI REALIZADA	NÃO FOI ADICIONADO	
FOI REALIZADA ADICIONANDO TERRA	FOI ADICIONADO CIMENTO	
FOI REALIZADA ADICIONANDO AREIA	FOI ADICIONADO CAL	
	FOI ADICIONADO BETUME	
	FOI ADICIONADA FIBRA VEGETAL	
ESPECIFICAÇÃO DO TRAÇO		
CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA	ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>6 - HOUVE MECANIZAÇÃO NO PROCESSO EXECUTIVO DA TAIPA? SE SIM, EM QUAL ETAPA? INDIQUE O MAQUINÁRIO</b>	
	<input type="checkbox"/> NA EXTRAÇÃO DA TERRA	
	<input type="checkbox"/> NA MISTURA DA MASSA	
	<input type="checkbox"/> NO TRANSPORTE E LANÇAMENTO DO SOLO ÀS FORMAS	
	<input type="checkbox"/> NA COMPACTAÇÃO	
	<input type="checkbox"/> EM OUTRAS, QUAIS?:	
	QUAL MAQUINÁRIO FOI UTILIZADO?	
	<b>7 - AS FORMAS UTILIZADAS FORAM PROJETADAS? QUAL SEU MATERIAL? SOLICITE POSSÍVEIS REGISTROS FOTOGRÁFICOS CEDIDO PELO EXECUTOR</b>	
	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	<input type="checkbox"/> NÃO	
<input type="checkbox"/> SIM		
QUAL SEU MATERIAL? (MARQUE MAIS DE 1 NO CASO DE SER MISTA)		
<input type="checkbox"/> MADEIRA COMUM TRAVADA		
<input type="checkbox"/> MADEIRITE PLASTIFICADO		
<input type="checkbox"/> ESTRUTURA METÁLICA		
<input type="checkbox"/> METALON		
<input type="checkbox"/> OUTROS, ESPECIFIQUE		
<b>8 - SOB UM OLHAR AUTOCRÍTICO DO PROCESSO CONSTRUTIVO, HOUVE:</b>		
Trincas e fissuras pela movimentação das formas na compactação?	Marcas provocada pelo desencontro das chapas externas da forma? (ondulações)?	
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HOUVE	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HOUVE	
Desagregação entre duas camadas apiloadas?	Atraso no cronograma pelo excesso de trabalho do operário? (peneiramento, retirada da terra, etc)	
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HOUVE	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HOUVE	
Falhas na compactação?	Arrancamento superficial na desforma?	
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HOUVE	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HOUVE	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	<b>ESPAÇO PARA CROQUI DA LOCALIZAÇÃO DAS PAREDES</b>	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO												
PARTE 2												
POSICIONE-SE AFRENTE DA FACE EXTERNA DA PAREDE												
FICHA DE OBSERVAÇÃO	NOMENCLATURA DA PAREDE:											
	9 - ASSINALE A(S) OPCÃO(ÕES) PERCEPTÍVEIS:											
	Focos de umidade próximos a fundação					Aspecto de eflorescência (manchas esbranquiçadas)						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	Focos de umidade nas porções centrais da parede					Trincas ou fissuras						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input checked="" type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	Aspecto de escoamento da água da chuva					Pontos de erosão						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	Descolamento ou deslocamento											
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ						
ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES												
10 - SE NO ITEM ANTERIOR FORA ASSINALADO "TRINCAS OU FISSURAS", ELA(S) ESTA(ÃO) LOCALIZADA(S):												
<input type="checkbox"/>	CENTRAIS											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DA PAREDE COM O SISTEMA ESTRUTURAL (VIGAS E PILARES)											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DA PAREDE COM A COBERTURA											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DAS CAMADAS APILOADAS DE TAIPA											
<input type="checkbox"/>	EM CASO DE ESTAR EM OUTRO LUGAR, ESPECIFIQUE:											
ESPECIFIQUE:												
11 - QUAL(IS) DIREÇÃO(ÕES) DA(S) FISSURA(S)? FAÇA O REGISTRO FOTOGRÁFICO												
RESPOSTA						REGISTRO FOTOGRÁFICO						
<input type="checkbox"/>	HORIZONTAL(IS)											
<input type="checkbox"/>	VERTICAL(IS)											
<input type="checkbox"/>	TRANSNVERSAL (IS)											
<input type="checkbox"/>	MICROFISSURAÇÃO ORDENADA											
ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:												

FICHA PARA ESTUDO DE CASO									
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>12 - OBSERVE A PORÇÃO DA PAREDE EXTERNA PRÓXIMA A COBERTURA. OBSERVE A SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA. NESTA REGIÃO, É POSSÍVEL OBSERVAR ALGUM FOCO DE UMIDADE? REGISTRAR TANTO O SISTEMA DE ÁGUA PLUVIAL, QUANTO O FOCO DE UMIDADE (SE HOUVER)</b>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA</td> <td style="width: 50%;">           RESPOSTA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO            REGISTRO FOTOGRÁFICO         </td> </tr> <tr> <td style="height: 150px;"></td> <td style="height: 150px;"></td> </tr> </table>	REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO REGISTRO FOTOGRÁFICO						
	REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO REGISTRO FOTOGRÁFICO							
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>									
<b>13 - AINDA EM OBSERVÂNCIA A COBERTURA, OBSERVE A SOLUÇÃO ESTRUTURAL ADOTADA PARA A COBERTURA. NA SEQUÊNCIA, OBSERVE A PORÇÃO DA TAIPA LOGO ABAIXO A ESTRUTURA DA COBERTURA. COMO ELA ESTÁ? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RESPOSTA</td> <td style="width: 50%;">REGISTRO FOTOGRÁFICO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE</td> <td rowspan="5" style="height: 150px;"></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> DEFORMADAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO	<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE		<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS	<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESAS	<input type="checkbox"/> DEFORMADAS	<input type="checkbox"/>
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO								
<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE									
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS									
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESAS									
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS									
<input type="checkbox"/>									
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>									

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>14 - HÁ VÃOS PARA ABERTURAS DE ESQUADRIAS?</b>
	RESPOSTA
	<input type="checkbox"/> NÃO (EMPENA CEGA)
	<input type="checkbox"/> SIM
	QUAL TIPO DE ESQUADRIA?
	<input type="checkbox"/> PORTA
	<input type="checkbox"/> JANELA
	<input type="checkbox"/> OUTROS
	<b>15 - NAS ÁREAS DA PAREDE PRÓXIMAS AS ABERTURAS DESSES VÃOS, QUAL O ASPECTO? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>
	RESPOSTA
<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS	
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	
<b>16 - FOI USADO ALGUM TIPO DE ACABAMENTO EXTERNO NAS PAREDES? SE SIM, QUAL? FAÇA REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input type="checkbox"/> NÃO	
<input type="checkbox"/> SIM	
QUAL? QUAL?	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>POSICIONE-SE ENTRE A FACE INTERNA E EXTERNA DA PAREDE (NO VÃO DA ESQUADRIA, POR EXEMPLO)</b>
	NOMENCLATURA DA PAREDE (ENTRE AS PAREDES):
	<b>17 - É POSSIVEL VERIFICAR O PRUMO DA PAREDE?</b>
	RESPOSTA
	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	<input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR
	<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO
	<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO
<b>POSICIONE-SE AFRENTE DA FACE EXTERNA DA PAREDE</b>	
NOMENCLATURA DA PAREDE:	
<b>18 - ASSINALE A(S) OPCÃO(ÕES) PERCEPTÍVEIS:</b>	
Focos de umidade próximos ao chão	
Aspecto de eflorescência (manchas esbranquiçadas)	
<input type="checkbox"/> POUCO	<input type="checkbox"/> MUITO
<input type="checkbox"/> NÃO HÁ	<input type="checkbox"/> POUCO
<input type="checkbox"/> MUITO	<input type="checkbox"/> NÃO HÁ
Focos de umidade nas porções centrais da parede	
Trincas ou fissuras	
<input type="checkbox"/> POUCO	<input type="checkbox"/> MUITO
<input type="checkbox"/> NÃO HÁ	<input type="checkbox"/> POUCO
<input type="checkbox"/> MUITO	<input type="checkbox"/> NÃO HÁ
Descolamento ou deslocamento	
Pontos de erosão	
<input type="checkbox"/> POUCO	<input type="checkbox"/> MUITO
<input type="checkbox"/> NÃO HÁ	<input type="checkbox"/> POUCO
<input type="checkbox"/> MUITO	<input type="checkbox"/> NÃO HÁ
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>19 - SE NO ITEM ANTERIOR FORA ASSINALADO "TRINCAS OU FISSURAS", ELA(S) ESTA(ÃO) LOCALIZADA(S):</b>	
	<input type="checkbox"/> CENTRAIS	
	<input type="checkbox"/> NO ENCONTRO DA PAREDE COM O SISTEMA ESTRUTURAL (VIGAS E PILARES)	
	<input type="checkbox"/> NO ENCONTRO DA PAREDE COM A COBERTURA	
	<input type="checkbox"/> NO ENCONTRO DAS CAMADAS APILOADAS DE TAIPA	
	<input type="checkbox"/> EM CASO DE ESTAR EM OUTRO LUGAR, ESPECIFIQUE:	
	<b>ESPECIFIQUE:</b>	
	<b>20 - QUAL(IS) DIREÇÃO(ÕES) DA(S) FISSURA(S)? FAÇA O REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	<input type="checkbox"/> HORIZONTAL(IS)	
<input type="checkbox"/> VERTICAL(IS)		
<input type="checkbox"/> TRANSVERSAL(IS)		
<input type="checkbox"/> MICROFISSURAÇÃO ORDENADA		
<input type="checkbox"/>		
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>		
<b>21 - OBSERVE A PORÇÃO DA PAREDE EXTERNA PRÓXIMA A COBERTURA. OBSERVE A SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA. NESTA REGIÃO, É POSSIVEL OBSERVAR ALGUM FOCO DE UMIDADE? REGISTRAR TANTO O SISTEMA DE ÁGUA PLUVIAL, QUANTO O FOCO DE UMIDADE (SE HOVER)</b>		
REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>		

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>22 - AINDA EM OBSERVÂNCIA A COBERTURA, OBSERVE A SOLUÇÃO ESTRUTURAL ADOTADA PARA A COBERTURA. NA SEQUÊNCIA, OBSERVE A PORÇÃO DA TAIPA LOGO ABAIXO A ESTRUTURA DA COBERTURA. COMO ELA ESTÁ? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>	
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS	
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS	
<input type="checkbox"/>	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	
<b>23 - HÁ VÃOS PARA ABERTURAS DE ESQUADRIAS?</b>	
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input type="checkbox"/> NÃO (EMPENA CEGA)	
<input type="checkbox"/> SIM	
QUAL TIPO DE ESQUADRIA?	
<input type="checkbox"/> PORTA	
<input type="checkbox"/> JANELA	
<input type="checkbox"/> OUTROS	
<b>24 - NAS ÁREAS DA PAREDE PRÓXIMAS AS ABERTURAS DESSES VÃOS, QUAL O ASPECTO? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>	
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS	
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS	
<input type="checkbox"/>	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	

FICHA DE OBSERVAÇÃO

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>25 - FOI USADO ALGUM TIPO DE ACABAMENTO EXTERNO NAS PAREDES? SE SIM, QUAL? FAÇA REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
	RESPOSTA	
	<input type="checkbox"/> NÃO	
	<input type="checkbox"/> SIM	
	QUAL? QUAL?	
	<b>POSICIONE-SE ENTRE A FACE INTERNA E EXTERNA DA PAREDE (NO VÃO DA ESQUADRIA, POR EXEMPLO)</b>	
	NOMENCLATURA DA PAREDE (ENTRE AS PAREDES):	
	<b>26 - É POSSIVEL VERIFICAR O PRUMO DA PAREDE?</b>	
	RESPOSTA	
	<input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR	
<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO		
<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO		
REGISTRO FOTOGRÁFICO		

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>POSICIONE-SE AFRENTE DA FACE EXTERNA DA PAREDE</b>	
	<b>NOMENCLATURA DA PAREDE:</b>	
	<b>27 - ASSINALE A(S) OPCÃO(ÕES) PERCEPTÍVEIS:</b>	
	Focos de umidade próximos ao chão	Aspecto de eflorescência (manchas esbranquiçadas)
	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HÁ	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HÁ
	Focos de umidade nas porções centrais da parede	Trincas ou fissuras
	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HÁ	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HÁ
	Descolamento ou deslocamento	Pontos de erosão
	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HÁ	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HÁ
	<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>	
<b>28 - SE NO ITEM ANTERIOR FORA ASSINALADO "TRINCAS OU FISSURAS", ELA(S) ESTA(ÃO) LOCALIZADA(S):</b>		
<input type="checkbox"/>	CENTRAIS	
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DA PAREDE COM O SISTEMA ESTRUTURAL (VIGAS E PILARES)	
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DA PAREDE COM A COBERTURA	
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DAS CAMADAS APILOADAS DE TAIPA	
<input type="checkbox"/>	EM CASO DE ESTAR EM OUTRO LUGAR, ESPECIFIQUE:	
ESPECIFIQUE:		
<b>29 - QUAL(IS) DIREÇÃO(ÕES) DA(S) FISSURA(S)? FAÇA O REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>		
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<input type="checkbox"/> HORIZONTAL(IS)		
<input type="checkbox"/> VERTICAL(IS)		
<input type="checkbox"/> TRANSVERSAL(IS)		
<input type="checkbox"/> MICROFISSURAÇÃO ORDENADA		
<input type="checkbox"/>		
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>		

FICHA PARA ESTUDO DE CASO			
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>30 - OBSERVE A PORÇÃO DA PAREDE EXTERNA PRÓXIMA A COBERTURA. OBSERVE A SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA. NESTA REGIÃO, É POSSIVEL OBSERVAR ALGUM FOCO DE UMIDADE? REGISTRAR TANTO O SISTEMA DE ÁGUA PLUVIAL, QUANTO O FOCO DE UMIDADE (SE HOVER)</b>		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA</td> <td style="width: 50%;">           RESPOSTA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO            REGISTRO FOTOGRÁFICO         </td> </tr> </table>	REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO REGISTRO FOTOGRÁFICO
	REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>			
<b>31 - AINDA EM OBSERVÂNCIA A COBERTURA, OBSERVE A SOLUÇÃO ESTRUTURAL ADOTADA PARA A COBERTURA. NA SEQUÊNCIA, OBSERVE A PORÇÃO DA TAIPA LOGO ABAIXO A ESTRUTURA DA COBERTURA. COMO ELA ESTÁ? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>			
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO		
<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE			
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS			
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS			
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS			
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>			

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>32 - HÁ VÃOS PARA ABERTURAS DE ESQUADRIAS?</b>
	RESPOSTA
	<input type="checkbox"/> NÃO (EMPENA CEGA)
	<input type="checkbox"/> SIM
	QUAL TIPO DE ESQUADRIA?
	<input type="checkbox"/> PORTA
	<input type="checkbox"/> JANELA
	<input type="checkbox"/> OUTROS
	<b>33 - NAS ÁREAS DA PAREDE PRÓXIMAS AS ABERTURAS DESSES VÃOS, QUAL O ASPECTO? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>
	RESPOSTA
<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS	
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	
<b>34 - FOI USADO ALGUM TIPO DE ACABAMENTO EXTERNO NAS PAREDES? SE SIM, QUAL? FAÇA REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
RESPOSTA	
<input type="checkbox"/> NÃO	
<input type="checkbox"/> SIM	
QUAL?	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>POSICIONE-SE ENTRE A FACE INTERNA E EXTERNA DA PAREDE (NO VÃO DA ESQUADRIA, POR EXEMPLO)</b>	
NOMENCLATURA DA PAREDE (ENTRE AS PAREDES):	
<b>35 - É POSSIVEL VERIFICAR O PRUMO DA PAREDE?</b>	
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR	
<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO	
<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO	
<input type="checkbox"/>	
<b>ESPAÇO PARA CROQUI DA LOCALIZAÇÃO DAS PAREDES</b>	
CROQUI	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	
TEXTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO

FICHA DE OBSERVAÇÃO

## APÊNDICE 3 – FICHA DO QUESTIONÁRIO DO ESTUDO DE CASO

FICHA PARA ESTUDO DE CASO				
SURVEY - PERCEÇÃO SOBRE A TAIPA	<b>PERFIL</b>			
	DATA:		HORÁRIO:	
	HOJE ESTÁ:			
	<input type="checkbox"/>	ENSOLARADO	<input type="checkbox"/>	CHUVOSO
	<input type="checkbox"/>	MUITO FRIO	<input type="checkbox"/>	MUITO QUENTE
	<input type="checkbox"/>	NUBLADO	<input type="checkbox"/>	MUITO QUENTE
	NOME:			
	IDADE:		SEXO:	<input type="checkbox"/> MASC. <input type="checkbox"/> FEM.
	ESCOLARIDADE:			
	<input type="checkbox"/>	ENSINO MÉDIO INCOMPLETO	<input type="checkbox"/>	ENSINO MÉDIO COMPLETO
	<input type="checkbox"/>	PÓS GRADUAÇÃO	<input type="checkbox"/>	OUTROS:
	<input type="checkbox"/>	SUPERIOR COMPLETO	<input type="checkbox"/>	SUPERIOR INCOMPLETO
	<input type="checkbox"/>	OUTROS:	<input type="checkbox"/>	OUTROS:
	PROFISSÃO:			
VOCÊ SE CONSIDERA:				
<input type="checkbox"/>	CONSERVADOR, CLÁSSICO, MODERADO	<input type="checkbox"/>	ARROJADO, CURIOSO, INOVADOR	
ANTES DESTA EDIFICAÇÃO, VOCÊ JÁ CONHECIA A CONSTRUÇÕES FEITAS DE TERRA?				
<input type="checkbox"/>	CONHECIA BEM	<input type="checkbox"/>	NÃO CONHECIA	
<input type="checkbox"/>	JÁ TINHA VISTO, MAS NÃO SABIA O QUE ERA	<input type="checkbox"/>	OUTROS:	
MARQUE AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS QUE VOCÊ CONHECE:				
<input type="checkbox"/>	ALVENARIA EM BLOCO CERÂMICO	<input type="checkbox"/>	PAREDE DE CONCRETO MACIÇA	
<input type="checkbox"/>	TAIPA (TERRA COMPACTA)	<input type="checkbox"/>	OUTROS:	
<input type="checkbox"/>	ALVENARIA EM BLOCO DE CONCRETO	<input type="checkbox"/>	ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO	
<b>PERCEÇÃO ESTÉTICA</b>				
<b>1 - NA SUA PERCEÇÃO, O ACABAMENTO DAS PAREDES DE TAIPA (CONSTRUÇÃO COM TERRA) SÃO:</b>				
<input type="checkbox"/>	BOM	<input type="checkbox"/>	TENDE PARA BOM	
<input type="checkbox"/>	RUIM	<input type="checkbox"/>	TENDE PARA RUIM	
<b>2 - NA SUA PERCEÇÃO, HÁ ALGUM ASPECTO EXECUTIVO DA PAREDE QUE PODE CONTRIBUIR PARA DIMINUIR A DURABILIDADE DAS PAREDES?</b>				
<input type="checkbox"/>	PARECE FRÁGIL	<input type="checkbox"/>	PODE MOFAR, PELA PRESENÇA DE UMIDADE	
<input type="checkbox"/>	PODE SE INFESTAR DE BARBEIROS E OUTROS INSETOS	<input type="checkbox"/>	OUTROS:	
<input type="checkbox"/>	NA CHUVA, A PAREDE PODE	<input type="checkbox"/>	PODE SOLTAR PÓ	
<b>3 - NA SUA PERCEÇÃO, A(S) COR(ES) DAS PAREDES SÃO:</b>				
<input type="checkbox"/>	BONITA(S)	<input type="checkbox"/>	PODERIA(M) SER MAIS CLARA(S)	
<input type="checkbox"/>	PODERIA(M) TER MAIS COR(ES)	<input type="checkbox"/>	OUTROS:	
<input type="checkbox"/>	FEIA(S)	<input type="checkbox"/>	PODERIA(M) SER MAIS ESCURA(S)	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO			
SURVEY - PERCEPÇÃO SOBRE A TAIPA	<b>4 - NA SUA PERCEPÇÃO, A ILUMINAÇÃO DO AMBIENTE, PARA AS CORES DA PAREDE:</b>		
	<input type="checkbox"/>	INTERFERE E ATRAPALHA	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	INTERFERE MAS NÃO ATRAPALHA	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	OUTROS:	
	<b>5 - DEPOIS DE VIVER EM UMA CASA DE TAIPA (CONSTRUÇÃO COM TERRA) OU TRABALHAR, VOCÊ:</b>		
	<input type="checkbox"/>	CONSTRUIRIA MINHA CASA TODA EM	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	CONSTRUIRIA MINHA CASA DE FÉRIAS EM TAIPA	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	CONSTRUIRIA MINHA CASA EM TAIPA E OUTRO MATERIAL (MISTA)	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	NÃO TENHO OPINIÃO FORMADA A	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	NÃO CONSTRUIRIA	
	<b>6 - DE QUEM FOI A INICIATIVA DE CONSTRUIR COM TAIPA?</b>		
	<input type="checkbox"/>	EU QUE INDIQUEI AO ARQUITETO OU ENG.	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	O ARQUITETO E O ENG. QUE ME INDICOU	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	NÃO FIZ PARTE DA ESCOLHA		
<b>7 - VOCÊ INDICARIA A TAIPA PARA ALGUM AMIGO, CONHECIDO OU FAMILIAR?</b>			
<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	NÃO		
<b>8 - VOCÊ COMPRARIA OU CONSTRUIRIA UMA CASA EM TAIPA SE HOUVESSE INCENTIVO POLÍTICO? (MINHA CASA MINHA VIDA, POR EXEMPLO)</b>			
<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	NÃO		
<b>9 - A CASA TODA, COMO UM CONJUNTO, NA SUA PEREPÇÃO É:</b>			
<input type="checkbox"/>	BONITA	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	TENDE PARA BONITA	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	FEITA	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	TENDE PARA FEIA	<input type="checkbox"/>	
<b>10 - CONSIDERANDO SUA EXPERIÊNCIA NESTA EDIFICAÇÃO, QUAIS ATRIBUTOS VOCÊ PERCEBE QUE EXISTEM NESTA CONSTRUÇÃO, GRAÇAS A PRESENÇA DA TAIPA (MARQUE TODAS QUE ACHAR</b>			
<input type="checkbox"/>	DURABILIDADE	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	SUSTENTABILIDADE	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	STATUS SOCIAL	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	SEGURANÇA	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	CONFORTO	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	OUTROS:		
<b>11 - O QUE, NA SUA PERCEPÇÃO, VOCÊ GOSTOU NA TAIPA? E PORQUE?</b>			
O QUE?		PORQUE?	
<b>12 - O QUE, NA SUA PERCEPÇÃO, VOCÊ NÃO GOSTOU NA TAIPA? E PORQUE?</b>			
O QUE?		PORQUE?	
<b>13 - A SUA PERCEPÇÃO, APÓS A VIVÊNCIA NESTA EDIFICAÇÃO, AGORA É:</b>			
<input type="checkbox"/>	POSITIVA	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	TENDE PARA POSITIVA	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	NEGATIVA	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	TENDE PARA NEGATIVA	<input type="checkbox"/>	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO			
<b>PERCEPÇÃO AMBIENTAL</b>			
TEMPERATURA			
<b>14 - EM RELAÇÃO À TEMPERATURA NA EDIFICAÇÃO, VOCÊ CONSIDERA, NA MAIOR PARTE DO TEMPO:</b>			
<input type="checkbox"/>	MUITO QUENTE	<input type="checkbox"/>	CONFORTÁVEL
<input type="checkbox"/>	QUENTE	<input type="checkbox"/>	FRIA
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	MUITO FRIA
<b>15 - A VENTILAÇÃO NATURAL (QUE ENTRA PELA JANELA) DA EDIFICAÇÃO É:</b>			
<input type="checkbox"/>	ÓTIMA	<input type="checkbox"/>	SATISFATÓRIA
<input type="checkbox"/>	BOA	<input type="checkbox"/>	RUIM
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	INSATISFATÓRIA
<b>ILUMINAÇÃO</b>			
<b>16 - NA SUA PERCEPÇÃO, A ILUMINAÇÃO DO AMBIENTE, PARA AS CORES DA PAREDE:</b>			
<input type="checkbox"/>	INTERFERE E ATRAPALHA	<input type="checkbox"/>	INTERFERE MAS NÃO ATRAPALHA
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	NÃO INTERFERE
<b>17 - COMO VOCÊ CLASSIFICA A ILUMINAÇÃO NATURAL DESSA CASA?</b>			
<input type="checkbox"/>	ÓTIMA	<input type="checkbox"/>	SATISFATÓRIA
<input type="checkbox"/>	BOA	<input type="checkbox"/>	RUIM
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	INSATISFATÓRIA
<b>18 - COMO VOCÊ CLASSIFICA A QUANTIDADE E DISTRIBUIÇÃO DAS JANELAS NESTA EDIFICAÇÃO?</b>			
<input type="checkbox"/>	ÓTIMA	<input type="checkbox"/>	SATISFATÓRIA
<input type="checkbox"/>	BOA	<input type="checkbox"/>	RUIM
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	INSATISFATÓRIA
<b>19 - COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ CONSIDERA NECESSÁRIO UTILIZAR A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL NA EDIFICAÇÃO. DURANTE O DIA?</b>			
<input type="checkbox"/>	SEMPRE	<input type="checkbox"/>	FREQ. MÉDIA
<input type="checkbox"/>	QUASE SEMPRE	<input type="checkbox"/>	RARAMENTE
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	NUNCA
<b>ACÚSTICA</b>			
<b>20 - EM RELAÇÃO A QUANTIDADE E INTENSIDADE DE RUÍDOS EXTERNOS NA EDIFICAÇÃO, VOCÊ A</b>			
<input type="checkbox"/>	CONFORTÁVEL	<input type="checkbox"/>	DESCONFORTÁVEL
<b>21 - VOCÊ OUVE ECO DENTRO DA EDIFICAÇÃO?</b>			
<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>	NÃO

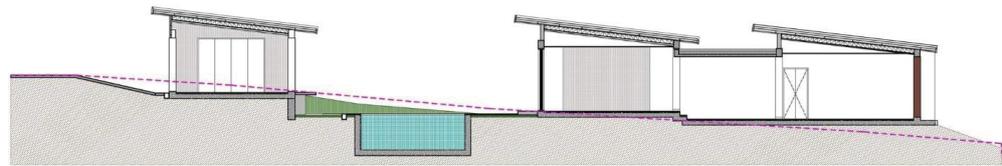


## APÊNDICE 4 – FICHA DOCUMENTAL DO ESTUDO DE CASO PREENCHIDA

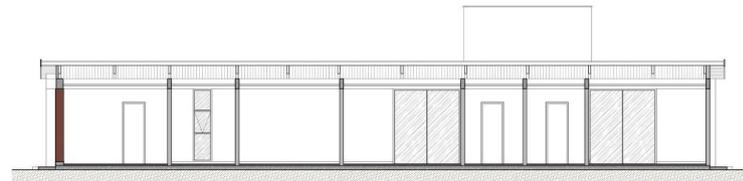
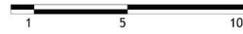
FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
DADOS GERAIS DA EDIFICAÇÃO	
FICHA DOCUMENTAL	<b>NOME:</b> Casa Colinas
	<b>CONTIDA NA PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA:</b> MAIA, L. R.; Contribuições às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto. 137 f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2016 E COSTA, J. L., Riscos ocupacionais na construção em taipa de pilão mecanizada. Monografia – Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2018.
	<b>AUTOR DO PROJETO:</b> Fato Arquitetura
	<b>EXECUÇÃO:</b> Taipal Construções em terra
	<b>ANO DO PROJETO:</b> 2014
	<b>LOCALIZAÇÃO:</b> Piracicaba/SP
	<b>ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO ANUAL:</b> 1346 mm
	<b>ÁREA DO TERRENO:</b> 1044,90 m <sup>2</sup>
	<b>NÚMERO PAVIMENTOS:</b> 1
	<b>TIPO DE FUNDAÇÃO:</b> Estacas de concreto armado
<b>MATERIAIS DA GERAIS DA EDIFICAÇÃO:</b> Taipa de pilão, concreto armado e madeira	
<b>DADOS PARA CONTATO (PROJETO):</b> Fato Arquitetura Telefone: (19) 3433-1573 E-mail: fato@fatoarquitetura.com.br Rua Planalto, 30 – Colinas, Piracicaba – SP, CEP: 13.432-548	
<b>DADOS PARA CONTATO (EXECUTOR):</b> Taipal Construções com terra. andre@taipal.com.br   marcio@taipal.com.br tel.(19) 3433.1573 Rua Planalto, 30 Bairro Colinas do Piracicaba Piracicaba – SP. CEP: 13432-548	
DADOS PROJETUAIS	
<b>1 - PLANTAS DO PROJETO</b>	
	

## FICHA PARA ESTUDO DE CASO

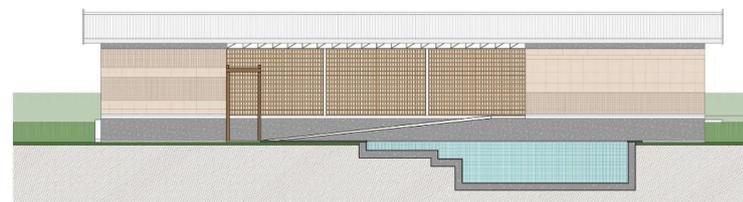
## 2 - CORTES DO PROJETO



CORTE CC



CORTE DD

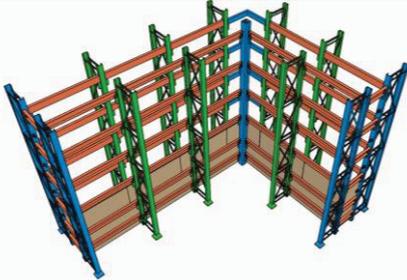
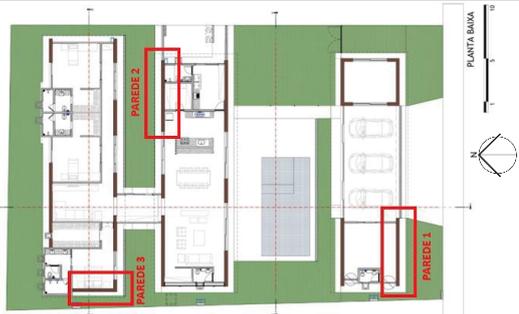


CORTE EE



**3 - QUAL O PROGRAMA DO PROJETO?** 1 abrigo; 1 depósito; 1 escritório; 1 sala de jantar, estar e cozinha em planta livre; 1 lavabo; 1 área de serviço, 1 sala de TV e 3 suítes.

**4 - QUAL O PARTIDO DO PROJETO?** A implantação consiste em três blocos assentados no terreno, respeitando sua declividade natural. O acesso principal é feito por uma rampa de concreto, pelo abrigo de carros. A mesma rampa, adiante, vence o desnível entre o piso do abrigo e o piso da piscina. As aberturas da área social dão para a piscina, que graças aos grandes vãos permitem contato visual ao longo de toda área social. Os blocos são abertos para a paisagem, com integração e transparência máximas entre os ambientes internos e externos. A área social está voltada a leste, enquanto as suítes para o oeste. As paredes de taipa, com amplos beirais, proporcionam conforto térmico a todos os ambientes.

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
FICHA DE OBSERVAÇÃO	<b>6 - HOUVE MECANIZAÇÃO NO PROCESSO EXECUTIVO DA TAIPA? SE SIM, EM QUAL ETAPA? INDIQUE O MAQUINÁRIO</b>	
	X NA EXTRAÇÃO DA TERRA	
	X NA MISTURA DA MASSA	
	NO TRANSPORTE E LANÇAMENTO DO SOLO ÀS FORMAS	
	X NA COMPACTAÇÃO	
	X EM OUTRAS, QUAIS?:	
	QUAL MAQUINÁRIO FOI UTILIZADO? Trator e caminhão para extração e transporte da terra da Jazida São Pedro; Misturador de pás rotativas para mistura e homogeneização da massa (terra sem peneirar); compactador pneumático CPO 3 da Chicago para compactação da terra.	
	<b>7 - AS FORMAS UTILIZADAS FORAM PROJETADAS? QUAL SEU MATERIAL? SOLICITE POSSÍVEIS REGISTROS FOTOGRÁFICOS CEDIDO PELO EXECUTOR</b>	
	RESPOSTA	
	REGISTRO FOTOGRÁFICO OU PROJETO	
<input type="checkbox"/> NÃO		
X SIM		
QUAL SEU MATERIAL? (MARQUE MAIS DE 1 NO CASO DE SER MISTA)		
<input type="checkbox"/> MADEIRA COMUM TRAVADA		
X MADEIRITE PLASTIFICADO		
X ESTRUTURA METÁLICA		
<input type="checkbox"/> METALON		
<input type="checkbox"/> OUTROS, ESPECIFIQUE		
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>		
As formas projetadas são metálicas e modulares. Os montantes de travamento são todos em estrutura metálica e os acabamentos laterais recebem madeirite plastificado, reutilizável.		
<b>8 - SOB UM OLHAR AUTOCRÍTICO DO PROCESSO CONSTRUTIVO, HOUVE:</b>		
Trincas e fissuras pela movimentação das formas na compactação?	Marcas provocada pelo desencontro das chapas externas da forma? (ondulações)?	
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO X NÃO HOUVE	X <input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HOUVE	
Desagregação entre duas camadas apiloadas?	Atraso no cronograma pelo excesso de trabalho do operário? (peneiramento, retirada da terra, etc)	
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO X NÃO HOUVE	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO X NÃO HOUVE	
Falhas na compactação?	Arrancamento superficial na desforma?	
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO X NÃO HOUVE	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO X NÃO HOUVE	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	<b>ESPAÇO PARA CROQUI DA LOCALIZAÇÃO DAS PAREDES</b>	
Sobre a causa das ondulações: causada pelo madeirite utilizado de baixa qualidade; As trincas e fissuras posteriormente observadas foram graças tanto às movimentações da fundação e vigas baldrame, como à falta de modulação das paredes, sendo elas muito extensas (7 e 8 metros em média) e não pela falta de travamento das formas (movimentações na compactação);		

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
FICHA DOCUMENTAL	<b>8 - COMO FOI SOLUCIONADA A INTERFACE DA TAIPA COM A ESTRUTUTURA DA COBERTURA? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
	RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
	<input checked="" type="checkbox"/>	VIGAS APARENTES DE CONCRETO
	<input type="checkbox"/>	VIGAS APARENTES METÁLICAS
	<input type="checkbox"/>	VIGAS APARENTES DE MADEIRA
	<input type="checkbox"/>	SEM ESTRUTURA PRÓPRIA PARA A COBERTURA
	<input type="checkbox"/>	OUTRAS. ESPECIFIQUE:
	<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b> As estruturas de taipa são amarradas por uma cinta de concreto que serve como apoio para a estrutura metálica da cobertura. Os painéis justapostos são suficientes para sustentar toda a carga da viga e da cobertura.	
		
	<b>9 - HÁ VÃOS PARA ABERTURAS DE ESQUADRIAS NAS PAREDES DE TAIPA? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO	
<input type="checkbox"/>	NÃO (EMPENA CEGA)	
<input checked="" type="checkbox"/>	SIM	
<b>HÁ VERGAS OU CONTRAVERGAS NOS VÃOS?</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO (EMPENA CEGA)	
<input type="checkbox"/>	SIM	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b> Os vãos das esquadrias são grandes e foram projetados de maneira a terem a mesma altura dos painéis de taipa, não necessitando de amarração intermediária.		
<b>10 - A REGIÃO NA QUAL A EDIFICAÇÃO FORA IMPLANTADA E SUSCETÍVEL A ABALOS SISMICOS? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>		
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO	
<input type="checkbox"/>	SIM	
<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO	
<b>SE SIM, FORAM PREVISTOS ELEMENTOS DE REFORÇO NAS PAREDES?</b>		
<input type="checkbox"/>	SIM	
<input type="checkbox"/>	NÃO	

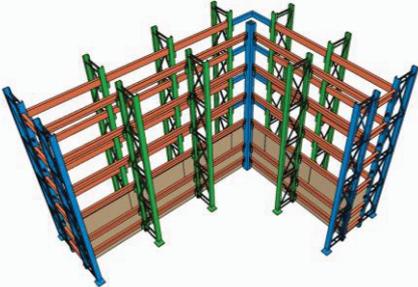
FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
SOLUÇÕES PROJETUAIS RELACIONADAS A ESTAQUEIDADE	
<b>FICHA DOCUMENTAL</b>	<b>11- FORAM PREVISTOS BEIRAIS EXTERNOS? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>
	RESPOSTA
	<input checked="" type="checkbox"/> SIM
	<input type="checkbox"/> NÃO
	SE SIM, QUAL LARGURA? Em todas as paredes externas de taipa foram previstos beirais de 100 cm de largura.
	DETALHAMENTO OU FOTO
	
	<b>12- FORAM PREVISTOS RUFOS NOS TOPOS DAS PAREDES EXTERNAS? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>
	RESPOSTA
	<input type="checkbox"/> SIM
<input checked="" type="checkbox"/> NÃO	
DETALHAMENTO OU FOTO	
	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b> Como no sistema de cobertura foram previstos beirais de 100cm de largura, os rufos não foram necessários.	
<b>13- O SISTEMA DE DRENAGEM DE AGUÁS PLUVIAIS DE COBERTURA FOI PREVISTO EM PROJETO? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	
<input checked="" type="checkbox"/> SIM	
<input type="checkbox"/> NÃO	
ESTÁ EM CONTATO DIRETO COM A TAIPA?	
<input type="checkbox"/> SIM	
<input checked="" type="checkbox"/> NÃO	
DETALHAMENTO OU FOTO	
	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b> O sistema de cobertura fora previsto em projeto, que consiste num telhado em armação metálica, com telhas cerâmicas e calhas como captação de água pluvial. Nos três blocos, o sistema possui única água.	
SOLUÇÕES PROJETUAIS RELACIONADAS AS MOVIMENTAÇÕES HIGROTÉRMICAS	
<b>14 - AS PAREDES FORAM PROJETADAS DE FORMA MODULAR? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
RESPOSTA	
<input checked="" type="checkbox"/> NÃO	
<input type="checkbox"/> SIM	
QUAL MODULAÇÃO?	
DETALHAMENTO OU FOTO	
	
<b>ESPAÇO PARA RELATO DESCRITIVO:</b> Conforme entrevista com projetista, graças a falta de modulação nas paredes, que possuem de 7 a 8 m de comprimento, surgiram bastantes trincas de movimentações higrotérmicas.	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
SOLUÇÕES PROJETUAIS RELACIONADAS AS INSTALAÇÕES		
<b>FICHA DOCUMENTAL</b>	<b>15- DE QUE MANEIRA SÃO FEITAS AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS NAS PAREDES? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>	
	RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO
	<input type="checkbox"/>	DE FORMA EMBUTIDA
	<input checked="" type="checkbox"/>	DE FORMA APARENTE
	QUAL MATERIAL DAS TUBULAÇÕES?	
	<input type="checkbox"/>	PVC
	<input checked="" type="checkbox"/>	FERRO GALVANIZADO
	<input type="checkbox"/>	COBRE
	<input type="checkbox"/>	OUTROS
	ESPECIFIQUE:	
		
<b>16- DE QUE MANEIRA SÃO FEITAS AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NAS PAREDES? ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>		
RESPOSTA	DETALHAMENTO OU FOTO	
<input type="checkbox"/>	DE FORMA EMBUTIDA	
<input checked="" type="checkbox"/>	DE FORMA APARENTE	
QUAL MATERIAL DAS TUBULAÇÕES?		
<input type="checkbox"/>	MAGUEIRA CORRUGADA	
<input checked="" type="checkbox"/>	CANALETA FERRO GALVANIZADO	
<input type="checkbox"/>	CANALETA PVC	
<input type="checkbox"/>	OUTROS, ESPECIFIQUE	
		
<b>REGISTRE AQUI OUTRA (S) SOLUÇÕES PROJETUAIS ESPECIFICAS PARA ESSE SISTEMA CONSTRUTIVO. ANEXE O DETALHAMENTO OU FOTO</b>		
DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	DETALHAMENTO OU FOTO	
Toda a residência foi feita com materiais aparentes, com pouco ou nenhum acabamento, aferindo esteticamente menor impacto sobre o ambiente natural.		

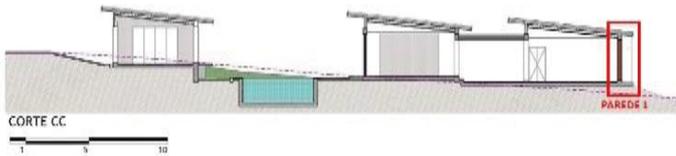
FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>POSICIONE-SE ENTRE A FACE INTERNA E EXTERNA DA PAREDE (NO VÃO DA ESQUADRIA, POR EXEMPLO)</b>	
	NOMENCLATURA DA PAREDE (ENTRE AS PAREDES): PAREDE 3 - NA ESQUINA DA PAREDE	
	<b>35 - É POSSIVEL VERIFICAR O PRUMO DA PAREDE?</b>	
	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	<input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR	
	<input checked="" type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO	
	<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO	
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>		
TEXTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO	

## APÊNDICE 5 – FICHA DE OBSERVAÇÃO DO ESTUDO DE CASO PREENCHIDA

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
PARTE 1 - DADOS GERAIS DA EDIFICAÇÃO		
FICHA DE OBSERVAÇÃO	<b>NOME:</b> Casa Colinas	
	<b>CONTIDA NA PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA:</b> MAIA, L. R.; Contribuições às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto. 137 f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2016 E COSTA, J. L., Riscos ocupacionais na construção em taipa de pilão mecanizada. Monografia – Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2018.	
	<b>AUTOR DO PROJETO:</b> Fato Arquitetura	
	<b>EXECUÇÃO:</b> Taipal Construções em terra	
	<b>ANO DO PROJETO:</b> 2014	<b>ANO DE EXECUÇÃO:</b> 2014
	<b>LOCALIZAÇÃO:</b> Piracicaba/SP	<b>CLIMA:</b> Subtropical úmido
	<b>ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO ANUAL:</b> 1346 mm	<b>USO DA EDIFICAÇÃO:</b> Residencial
	<b>ÁREA DO TERRENO:</b> 1044,90 m <sup>2</sup>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA:</b> 399m <sup>2</sup>
	<b>NÚMERO PAVIMENTOS:</b> 1	<b>TIPO DE FUNDAÇÃO:</b> Estacas de concreto armado
	<b>MATERIAIS DA GERAIS DA EDIFICAÇÃO:</b> Taipa de pilão, concreto armado, alvenaria convencional	
<b>DADOS PARA CONTATO (PROJETO):</b> Fato Arquitetura Telefone: (19) 3433-1573 E-mail: fato@fatoarquitetura.com.br Rua Planalto, 30 – Colinas, Piracicaba – SP, CEP: 13.432-548		
<b>DADOS PARA CONTATO (EXECUTOR):</b> Taipal Construções com terra. andre@taipal.com.br   marcio@taipal.com.br tel.(19) 3433.1573 Rua Planalto, 30 Bairro Colinas do Piracicaba Piracicaba – SP. CEP: 13432-548		
<b>OBSERVADOR-CONDUTOR:</b> Márcio Hoffmann - via videochamada plataforma Zoom em 15 e 16/06/2021.		
<b>DADOS EXTRAÍDOS EM CONVERSA COM EXECUTOR</b>		
<b>1 - COMO FOI FEITA A SELEÇÃO DO SOLO?</b> Foram selecionadas duas jazidas de bairros próximos a obra, sendo retiradas amostras de ambas e feito ensaios laboratoriais.		
<b>2 - O SOLO UTILIZADO É DO TERRENO DE IMPLANTAÇÃO OU DE JAZIDAS PRÓXIMAS? EXPLIQUE PORQUE.</b> De jazida próxima. Foram selecionados dois tipos de solo: o primeiro da jazida no bairro São Pedro e o segundo na jazida Artemis. Foram feitos ensaios laboratoriais em ambos. As amostras apresentaram resultados satisfatórios, sendo selecionado o solo da jazida de São Pedro, por possuir melhor custo e maior proximidade a obra.		
<b>3 - FOI REALIZADO ALGUM ENSAIO LABORATORIAL ANTES DA EXECUÇÃO? SE SIM, QUAIS?</b> Sim. Análise granulométrica e análise de fertilidade (CTC). A análise de fertilidade é importante para identificar o tipo predominante de argila contida no solo.		
<b>4 - CASO NÃO TENHAM SIDO FEITOS ENSAIOS LABORATORIAIS, DE QUE MANEIRA FOI FEITA A VERIFICAÇÃO DA GRANULOMETRIA DO SOLO? DESCREVA-AS</b> Foram feitos tanto ensaios laboratoriais, quanto testes empíricos no canteiro de obras, como o teste de toque por exemplo. (para a terra da jazida São Pedro)		
<b>5 - FOI REALIZADA CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA OU USADO ESTABILIZANTE NA MASSA? ESPECIFIQUE O TRAÇO</b>		
<b>CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA</b>	<b>ADICÃO DE ESTABILIZANTE</b>	
X NÃO FOI REALIZADA	NÃO FOI ADICIONADO	
FOI REALIZADA ADICIONANDO TERRA	X FOI ADICIONADO CIMENTO	
FOI REALIZADA ADICIONANDO AREIA	FOI ADICIONADO CAL	
	FOI ADICIONADO BETUME	
	FOI ADICIONADA FIBRA VEGETAL	
<b>ESPECIFICAÇÃO DO TRAÇO</b>		
<b>CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA</b> Não foi necessário, uma vez que o ensaio laboratorial acusou terra predominantemente arenosa.	<b>ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA</b> 10 partes de terra para 1 parte de cimento portland CP3 (esse tipo de cimento possui dureza menor em comparação com o CP2 e é mais indicado para estabilização da taipa, por promover melhores interações químicas.	

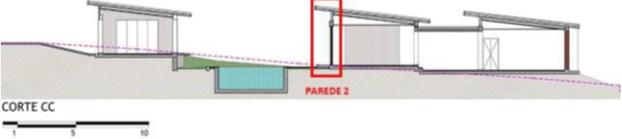
FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>6 - HOUVE MECANIZAÇÃO NO PROCESSO EXECUTIVO DA TAIPA? SE SIM, EM QUAL ETAPA?INDIQUE O MAQUINÁRIO</b>
	<input checked="" type="checkbox"/> NA EXTRAÇÃO DA TERRA
	<input checked="" type="checkbox"/> NA MISTURA DA MASSA
	<input type="checkbox"/> NO TRANSPORTE E LANÇAMENTO DO SOLO ÀS FORMAS
	<input checked="" type="checkbox"/> NA COMPACTAÇÃO
	<input checked="" type="checkbox"/> EM OUTRAS, QUAIS?:
	QUAL MAQUINÁRIO FOI UTILIZADO? Trator e caminhão para extração e transporte da terra da Jazida São Pedro; Misturador de pás rotativas para mistura e homogeneização da massa (terra sem peneirar); compactador pneumático CPO 3 da Chicago para compactação da terra.
	<b>7 - AS FORMAS UTILIZADAS FORAM PROJETADAS? QUAL SEU MATERIAL? SOLICITE POSSÍVEIS REGISTROS FOTOGRÁFICOS CEDIDO PELO EXECUTOR</b>
	RESPOSTA
	<input type="checkbox"/> NÃO
<input checked="" type="checkbox"/> SIM	
QUAL SEU MATERIAL? (MARQUE MAIS DE 1 NO CASO DE SER MISTA)	
<input type="checkbox"/> MADEIRA COMUM TRAVADA	
<input checked="" type="checkbox"/> MADEIRITE PLASTIFICADO	
<input checked="" type="checkbox"/> ESTRUTURA METÁLICA	
<input type="checkbox"/> METALON	
<input type="checkbox"/> OUTROS, ESPECIFIQUE	
	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	
As formas projetadas são metálicas e modulares. Os montantes de travamento são todos em estrutura metálica e os acabamentos laterais recebem madeirite plastificado, reutilizável.	
<b>8 - SOB UM OLHAR AUTOCRÍTICO DO PROCESSO CONSTRUTIVO, HOUVE:</b>	
Trincas e fissuras pela movimentação das formas na compactação?	Marcas provocada pelo desencontro das chapas externas da forma? (ondulações)?
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input checked="" type="checkbox"/> NÃO HOUVE	<input checked="" type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input type="checkbox"/> NÃO HOUVE
Desagregação entre duas camadas apiladas?	Atraso no cronograma pelo excesso de trabalho do operário? (peneiramento, retirada da terra, etc)
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input checked="" type="checkbox"/> NÃO HOUVE	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input checked="" type="checkbox"/> NÃO HOUVE
Falhas na compactação?	Arrancamento superficial na desforma?
<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input checked="" type="checkbox"/> NÃO HOUVE	<input type="checkbox"/> POUCO <input type="checkbox"/> MUITO <input checked="" type="checkbox"/> NÃO HOUVE
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	
Sobre a causa das ondulações: causada pelo madeirite utilizado de baixa qualidade; As trincas e fissuras posteriormente observadas foram graças tanto às movimentações da fundação e vigas baldrame, como à falta de modulação das paredes, sendo elas muito extensas (7 e 8 metros em média) e não pela falta de travamento das formas (movimentações na compactação);	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO												
PARTE 2												
POSICIONE-SE AFRENTE DA FACE EXTERNA DA PAREDE												
FICHA DE OBSERVAÇÃO	NOMENCLATURA DA PAREDE: PAREDE 1 - 1º BLOCO - LONGITUDINAL - FACHADA PRINCIPAL - FACE EXTERNA											
	9 - ASSINALE A(S) OPCÃO(ÕES) PERCEPTÍVEIS:											
	Focos de umidade próximos a fundação					Aspecto de eflorescência (manchas esbranquiçadas)						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	Focos de umidade nas porções centrais da parede					Trincas ou fissuras						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input checked="" type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	Aspecto de escoamento da água da chuva					Pontos de erosão						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input checked="" type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	Descolamento ou deslocamento											
	<input checked="" type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ						
ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES												
10 - SE NO ITEM ANTERIOR FORA ASSINALADO "TRINCAS OU FISSURAS", ELA(S) ESTA(ÃO) LOCALIZADA(S):												
<input checked="" type="checkbox"/>	CENTRAIS											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DA PAREDE COM O SISTEMA ESTRUTURAL (VIGAS E PILARES)											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DA PAREDE COM A COBERTURA											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DAS CAMADAS APILOADAS DE TAIPA											
<input type="checkbox"/>	EM CASO DE ESTAR EM OUTRO LUGAR, ESPECIFIQUE:											
ESPECIFIQUE:												
11 - QUAL(IS) DIREÇÃO(ÕES) DA(S) FISSURA(S)? FAÇA O REGISTRO FOTOGRÁFICO												
RESPOSTA						REGISTRO FOTOGRÁFICO						
<input type="checkbox"/>	HORIZONTAL(IS)											
<input checked="" type="checkbox"/>	VERTICAL(IS)											
<input checked="" type="checkbox"/>	TRASNVERSAL (IS)											
<input type="checkbox"/>	MICROFISSURAÇÃO ORDENADA											
ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:												

FICHA PARA ESTUDO DE CASO													
FICHA DE OBSERVAÇÃO	<p><b>12 - OBSERVE A PORÇÃO DA PAREDE EXTERNA PRÓXIMA A COBERTURA. OBSERVE A SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAS DA COBERTURA. NESTA REGIÃO, É POSSIVEL OBSERVAR ALGUM FOCO DE UMIDADE? REGISTRAR TANTO O SISTEMA DE ÁGUA PLUVIAL, QUANTO O FOCO DE UMIDADE (SE HOVER)</b></p>												
	<table border="1"> <tr> <td style="width: 50%;">REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA</td> <td>RESPOSTA:</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>SIM</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>NÃO</td> </tr> <tr> <td colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</td> </tr> </table>	REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA:	<input type="checkbox"/>	SIM	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO	REGISTRO FOTOGRÁFICO					
	REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA:	<input type="checkbox"/>	SIM	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO							
	REGISTRO FOTOGRÁFICO												
													
<p><b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b> Tal parede está localizada na porção mais baixa do beiral de água única do bloco 1, conforme corte esquemático, sendo verificado então que o sistema de cobertura é eficaz, no sentido protetivo a umidade pluvial na superfície externa da parede.</p>  <p style="text-align: center;">CORTE CC 1 5 10</p>													
FICHA DE OBSERVAÇÃO	<p><b>13 - AINDA EM OBSERVÂNCIA A COBERTURA, OBSERVE A SOLUÇÃO ESTRUTURAL ADOTADA PARA A COBERTURA. NA SEQUÊNCIA, OBSERVE A PORÇÃO DA TAIPA LOGO ABAIXO A ESTRUTURA DA COBERTURA. COMO ELA ESTÁ? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b></p>												
	<table border="1"> <tr> <td style="width: 50%;">RESPOSTA</td> <td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE</td> <td rowspan="5" style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> DEFORMADAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO	<input checked="" type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE		<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS	<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS	<input type="checkbox"/> DEFORMADAS	<input type="checkbox"/>				
	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO											
	<input checked="" type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE												
	<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS												
	<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS												
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS													
<input type="checkbox"/>													
<p><b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b></p>													

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>14 - HÁ VÃOS PARA ABERTURAS DE ESQUADRIAS?</b>	
	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO (EMPENA CEGA)	
	<input type="checkbox"/> SIM	
	QUAL TIPO DE ESQUADRIA?	
	<input type="checkbox"/> PORTA	
	<input type="checkbox"/> JANELA	
	<input type="checkbox"/> OUTROS	
	<b>15 - NAS ÁREAS DA PAREDE PRÓXIMAS AS ABERTURAS DESSES VÃOS, QUAL O ASPECTO? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>	
	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input checked="" type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE		
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS		
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS		
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS		
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>		
Conforme marcado na questão anterior, tal parede não possui vão de esquadria. Então, observou-se as extremidades da mesma (e seus cantos), verificando aspecto saudável nessas áreas.		
<b>16 - FOI USADO ALGUM TIPO DE ACABAMENTO EXTERNO NAS PAREDES? SE SIM, QUAL? FAÇA REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>		
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<input type="checkbox"/> NÃO		
<input checked="" type="checkbox"/> SIM		
QUAL? QUAL? Aplicação de PVA (Poliacetato de vinila). A aplicação do produto foi feita tanto na face externa da parede, quanto na face interna.		

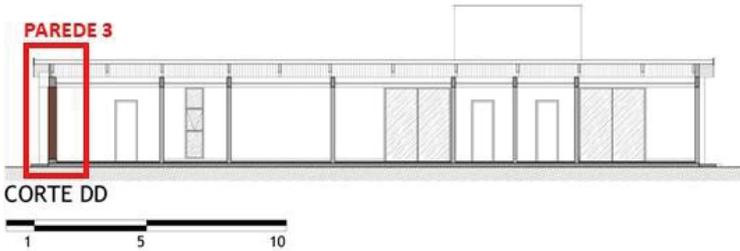
FICHA DE OBSERVAÇÃO		FICHA PARA ESTUDO DE CASO															
		<b>POSICIONE-SE ENTRE A FACE INTERNA E EXTERNA DA PAREDE (NO VÃO DA ESQUADRIA, POR EXEMPLO)</b>															
NOMENCLATURA DA PAREDE (ENTRE AS PAREDES): PAREDE 1 - LATERALMENTE																	
<b>17 - É POSSIVEL VERIFICAR O PRUMO DA PAREDE?</b>																	
RESPOSTA						REGISTRO FOTOGRÁFICO											
<input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR  <input checked="" type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO  <input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO																	
<b>POSICIONE-SE AFRENTE DA FACE EXTERNA DA PAREDE</b>																	
NOMENCLATURA DA PAREDE: PAREDE 2 - 2º BLOCO - LONGITUDINAL - DESPENSA - FACE EXTERNA																	
<b>18 - ASSINALE A(S) OPCÃO(ÕES) PERCEPTÍVEIS:</b>																	
Focos de umidade próximos ao chão						Aspecto de eflorescência (manchas esbranquiçadas)											
<input type="checkbox"/> POUCO		<input type="checkbox"/> MUITO		<input checked="" type="checkbox"/> NÃO HÁ		<input type="checkbox"/> POUCO		<input type="checkbox"/> MUITO		<input checked="" type="checkbox"/> NÃO HÁ							
Focos de umidade nas porções centrais da parede						Trincas ou fissuras											
<input type="checkbox"/> POUCO		<input type="checkbox"/> MUITO		<input checked="" type="checkbox"/> NÃO HÁ		<input checked="" type="checkbox"/> POUCO		<input type="checkbox"/> MUITO		<input type="checkbox"/> NÃO HÁ							
Descolamento ou deslocamento						Pontos de erosão											
<input type="checkbox"/> POUCO		<input type="checkbox"/> MUITO		<input checked="" type="checkbox"/> NÃO HÁ		<input checked="" type="checkbox"/> POUCO		<input type="checkbox"/> MUITO		<input type="checkbox"/> NÃO HÁ							
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>																	
Foram observados poucos pontos de erosão, conforme a foto, localizados na porção inferior do lado esquerdo da face externa.																	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>19 - SE NO ITEM ANTERIOR FORA ASSINALADO "TRINCAS OU FISSURAS", ELA(S) ESTA(ÃO) LOCALIZADA(S):</b>	
	<input checked="" type="checkbox"/> CENTRAIS	
	<input type="checkbox"/> NO ENCONTRO DA PAREDE COM O SISTEMA ESTRUTURAL (VIGAS E PILARES)	
	<input type="checkbox"/> NO ENCONTRO DA PAREDE COM A COBERTURA	
	<input type="checkbox"/> NO ENCONTRO DAS CAMADAS APILOADAS DE TAIPA	
	<input type="checkbox"/> EM CASO DE ESTAR EM OUTRO LUGAR, ESPECIFIQUE:	
	<b>ESPECIFIQUE:</b>	
	<b>20 - QUAL(IS) DIREÇÃO(ÕES) DA(S) FISSURA(S)? FAÇA O REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	<input type="checkbox"/> HORIZONTAL(IS)	
<input checked="" type="checkbox"/> VERTICAL(IS)		
<input checked="" type="checkbox"/> TRANSVERSAL(IS)		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> MICROFISSURAÇÃO ORDENADA		
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b>		
<b>21 - OBSERVE A PORÇÃO DA PAREDE EXTERNA PRÓXIMA A COBERTURA. OBSERVE A SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAS DA COBERTURA. NESTA REGIÃO, É POSSÍVEL OBSERVAR ALGUM FOCO DE UMIDADE? REGISTRAR TANTO O SISTEMA DE ÁGUA PLUVIAL, QUANTO O FOCO DE UMIDADE (SE HOVER)</b>		
REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA: <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO	
	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b> Tal parede está localizada na porção mais alta do beiral de água única do bloco 2, conforme corte esquemático, sendo verificado então que o sistema de cobertura é eficaz, no sentido protetivo a umidade pluvial na superfície externa da parede.		
		

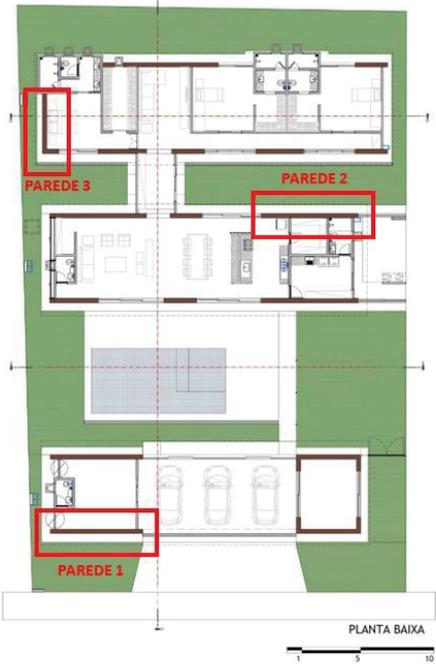
FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>22 - AINDA EM OBSERVÂNCIA A COBERTURA, OBSERVE A SOLUÇÃO ESTRUTURAL ADOTADA PARA A COBERTURA. NA SEQUÊNCIA, OBSERVE A PORÇÃO DA TAIPA LOGO ABAIXO A ESTRUTURA DA COBERTURA. COMO ELA ESTÁ? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>	
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE	
<input checked="" type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS	
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS	
<input type="checkbox"/>	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	
<b>23 - HÁ VÃOS PARA ABERTURAS DE ESQUADRIAS?</b>	
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input checked="" type="checkbox"/> NÃO (EMPENA CEGA)	
<input type="checkbox"/> SIM	
QUAL TIPO DE ESQUADRIA?	
<input type="checkbox"/> PORTA	
<input type="checkbox"/> JANELA	
<input type="checkbox"/> OUTROS	
<b>24 - NAS ÁREAS DA PAREDE PRÓXIMAS AS ABERTURAS DESSES VÃOS, QUAL O ASPECTO? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>	
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<input checked="" type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS	
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS	
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS	
<input type="checkbox"/>	
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>	
Conforme marcado na questão anterior, tal parede não possui vão de esquadria. Então, observou-se as extremidades da mesma (que no caso desta parede está fixada uma porta de correr), verificando aspecto saudável nessas áreas.	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO	
<b>FICHA DE OBSERVAÇÃO</b>	<b>25 - FOI USADO ALGUM TIPO DE ACABAMENTO EXTERNO NAS PAREDES? SE SIM, QUAL? FAÇA REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>
	RESPOSTA
	<input type="checkbox"/> NÃO
	<input checked="" type="checkbox"/> SIM
	QUAL? QUAL? Aplicação de PVA (Poliacetato de vinila). A aplicação do produto foi feita tanto na face externa da parede, quanto na face interna.
	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	
	<b>POSICIONE-SE ENTRE A FACE INTERNA E EXTERNA DA PAREDE (NO VÃO DA ESQUADRIA, POR EXEMPLO)</b>
	NOMENCLATURA DA PAREDE (ENTRE AS PAREDES): PAREDE 2 - NO VÃO DA ESQUADRIA - PORTA DE CORRER
	<b>26 - É POSSIVEL VERIFICAR O PRUMO DA PAREDE?</b>
RESPOSTA	
<input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR	
<input checked="" type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO	
<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO	
REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO												
FICHA DE OBSERVAÇÃO	POSICIONE-SE AFRENTE DA FACE EXTERNA DA PAREDE											
	NOMENCLATURA DA PAREDE: PAREDE 3 - 3º BLOCO - TRANSVERSAL - QUARTO - FACE EXTERNA											
	27 - ASSINALE A(S) OPCÃO(ÕES) PERCEPTÍVEIS:											
	Focos de umidade próximos ao chão					Aspecto de eflorescência (manchas esbranquiçadas)						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	Focos de umidade nas porções centrais da parede					Trincas ou fissuras						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input checked="" type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	Descolamento ou deslocamento					Pontos de erosão						
	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input type="checkbox"/>	MUITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO HÁ	<input type="checkbox"/>	POUCO	<input checked="" type="checkbox"/>	MUITO	<input type="checkbox"/>	NÃO HÁ
	<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b> Foram observados importantes pontos de erosão, conforme foto.											
												
<b>28 - SE NO ITEM ANTERIOR FORA ASSINALADO "TRINCAS OU FISSURAS", ELA(S) ESTÁ(ÃO) LOCALIZADA(S):</b>												
<input checked="" type="checkbox"/>	CENTRAIS											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DA PAREDE COM O SISTEMA ESTRUTURAL (VIGAS E PILARES)											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DA PAREDE COM A COBERTURA											
<input type="checkbox"/>	NO ENCONTRO DAS CAMADAS APILOADAS DE TAIPA											
<input type="checkbox"/>	EM CASO DE ESTAR EM OUTRO LUGAR, ESPECIFIQUE:											
ESPECIFIQUE:												
<b>29 - QUAL(IS) DIREÇÃO(ÕES) DA(S) FISSURA(S)? FAÇA O REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>												
RESPOSTA						REGISTRO FOTOGRÁFICO						
<input type="checkbox"/>	HORIZONTAL(IS)											
<input checked="" type="checkbox"/>	VERTICAL(IS)											
<input checked="" type="checkbox"/>	TRANSVERSAL(IS)											
<input type="checkbox"/>	MICOFISSURAÇÃO ORDENADA											
<input type="checkbox"/>	OUTRO TIPO DE FISSURAÇÃO											
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b> A pesar de muitas, as trincas são de baixa extensão e finas.												

FICHA PARA ESTUDO DE CASO												
FICHA DE OBSERVAÇÃO	<p><b>30 - OBSERVE A PORÇÃO DA PAREDE EXTERNA PRÓXIMA A COBERTURA. OBSERVE A SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA. NESTA REGIÃO, É POSSÍVEL OBSERVAR ALGUM FOCO DE UMIDADE? REGISTRAR TANTO O SISTEMA DE ÁGUA PLUVIAL, QUANTO O FOCO DE UMIDADE (SE HOVER)</b></p>											
	<table border="1"> <tr> <td>REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA</td> <td>RESPOSTA:</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>SIM</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>NÃO</td> </tr> <tr> <td colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</td> </tr> </table>	REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA:	<input type="checkbox"/>	SIM	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO	REGISTRO FOTOGRÁFICO				
REGISTRO FOTOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA	RESPOSTA:	<input type="checkbox"/>	SIM	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO							
REGISTRO FOTOGRÁFICO												
												
<p><b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b> Tal parede está localizada no eixo transversal, portanto, com áreas de beiral mais altas e mais baixas (segundo a tesoura do telhado).</p> 												
<p><b>31 - AINDA EM OBSERVÂNCIA A COBERTURA, OBSERVE A SOLUÇÃO ESTRUTURAL ADOTADA PARA A COBERTURA. NA SEQUÊNCIA, OBSERVE A PORÇÃO DA TAIPA LOGO ABAIXO A ESTRUTURA DA COBERTURA. COMO ELA ESTÁ? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b></p>												
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO											
<table border="1"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>COM TRINCAS FINAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>COM TRINCAS MAIS ESPESSAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>DEFORMADAS</td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE	<input type="checkbox"/>	COM TRINCAS FINAS	<input type="checkbox"/>	COM TRINCAS MAIS ESPESSAS	<input type="checkbox"/>	DEFORMADAS				
<input checked="" type="checkbox"/>	SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE											
<input type="checkbox"/>	COM TRINCAS FINAS											
<input type="checkbox"/>	COM TRINCAS MAIS ESPESSAS											
<input type="checkbox"/>	DEFORMADAS											
<p><b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES:</b> Foram observadas as duas áreas superiores da parede: tanto na área mais alta do beiral, quanto na mais baixa, verificando aspecto saudável e sem focos de umidade.</p>												

FICHA PARA ESTUDO DE CASO		
FICHA DE OBSERVAÇÃO	<b>32 - HÁ VÃOS PARA ABERTURAS DE ESQUADRIAS?</b>	
	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO (EMPENA CEGA)	
	<input type="checkbox"/> SIM	
	QUAL TIPO DE ESQUADRIA?	
	<input type="checkbox"/> PORTA	
	<input type="checkbox"/> JANELA	
<input type="checkbox"/> OUTROS		
<b>33 - NAS ÁREAS DA PAREDE PRÓXIMAS AS ABERTURAS DESSES VÃOS, QUAL O ASPECTO? REGISTRE A REGIÃO COM FOTOS</b>		
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<input type="checkbox"/> SAUDÁVEL, SEM PATOLOGIA APARENTE		
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS FINAS		
<input type="checkbox"/> COM TRINCAS MAIS ESPESSAS		
<input type="checkbox"/> DEFORMADAS		
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>		
O aspecto de extremidades de tal parede não é possível de se observar, uma vez que seu formato esta em L, com a parede transversal a ela, portanto sem extremidades.		
<b>34 - FOI USADO ALGUM TIPO DE ACABAMENTO EXTERNO NAS PAREDES? SE SIM, QUAL? FAÇA REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>		
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<input type="checkbox"/> NÃO		
<input checked="" type="checkbox"/> SIM		
QUAL? QUAL? Aplicação de PVA (Poliacetato de vinila). A aplicação do produto foi feita tanto na face externa da parede, quanto na face interna.		

FICHA PARA ESTUDO DE CASO							
POSICIONE-SE ENTRE A FACE INTERNA E EXTERNA DA PAREDE (NO VÃO DA ESQUADRIA, POR EXEMPLO)							
NOMENCLATURA DA PAREDE (ENTRE AS PAREDES): PAREDE 3 - NA ESQUINA DA PAREDE							
<b>35 - É POSSIVEL VERIFICAR O PRUMO DA PAREDE?</b>							
FICHA DE OBSERVAÇÃO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESPOSTA</th> <th>REGISTRO FOTOGRÁFICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO</td> </tr> </tbody> </table>	RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO	<input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR		<input checked="" type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO	<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO
RESPOSTA	REGISTRO FOTOGRÁFICO						
<input type="checkbox"/> NÃO É POSSIVEL VERIFICAR							
<input checked="" type="checkbox"/> SIM, ESTÁ NO PRUMO							
<input type="checkbox"/> SIM, ESTÁ FORA DO PRUMO							
<b>ESPAÇO PARA CROQUI DA LOCALIZAÇÃO DAS PAREDES</b>							
CROQUI							
							
<b>ESPAÇO PARA REGISTROS COMPLEMENTARES</b>							
TEXTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO						

## APÊNDICE 6 – FICHA DE QUESTIONÁRIO DO ESTUDO DE CASO PREENCHIDA

FICHA PARA ESTUDO DE CASO			
PERFIL			
<b>SURVEY - PERCEPÇÃO SOBRE A TAIPA</b>	<b>DATA:</b> 22 de junho de 2021		<b>HORÁRIO:</b> 12h03 (meio-dia e três minutos)
<b>HOJE ESTÁ:</b>			
<input type="checkbox"/> ENSOLARADO	<input checked="" type="checkbox"/> CHUVOSO	<input type="checkbox"/> MUITO FRIO	
<input type="checkbox"/> NUBLADO	<input type="checkbox"/> MUITO QUENTE		
<b>NOME:</b> Luma Meneghetti Hoffmann			
<b>IDADE:</b> 20 anos		<b>SEXO:</b> <input type="checkbox"/> MASC. <input checked="" type="checkbox"/> FEM.	
<b>ESCOLARIDADE:</b>			
<input type="checkbox"/> ENSINO MÉDIO INCOMPLETO	<input type="checkbox"/> ENSINO MÉDIO COMPLETO	<input type="checkbox"/> PÓS GRADUAÇÃO	
<input type="checkbox"/> SUPERIOR COMPLETO	<input checked="" type="checkbox"/> SUPERIOR INCOMPLETO	<input type="checkbox"/> OUTROS:	
<b>PROFISSÃO:</b> Estudante de Biologia			
<b>VOCÊ SE CONSIDERA:</b>			
<input type="checkbox"/> CONSERVADOR, CLÁSSICO, MODERADO		<input checked="" type="checkbox"/> ARROJADO, CURIOSO, INOVADOR	
<b>ANTES DESTA EDIFICAÇÃO, VOCÊ JÁ CONHECIA A CONSTRUÇÕES FEITAS DE TERRA?</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> CONHECIA BEM	<input type="checkbox"/> NÃO CONHECIA	<input type="checkbox"/> JA TINHA VISTO, MAS NAO SABIA O QUE ERA	
<b>MARQUE AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS QUE VOCÊ CONHECE:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> ALVENARIA EM BLOCO CERÂMICO	<input checked="" type="checkbox"/> PAREDE DE CONCRETO MACIÇA	<input checked="" type="checkbox"/> TAIPA (TERRA COMPACTA)	
<input checked="" type="checkbox"/> ALVENARIA EM BLOCO DE CONCRETO	<input type="checkbox"/> ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO	<input type="checkbox"/> OUTROS:	
PERCEPÇÃO ESTÉTICA			
<b>1 - NA SUA PERCEPÇÃO, O ACABAMENTO DAS PAREDES DE TAIPA (CONSTRUÇÃO COM TERRA) SÃO:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> BOM	<input type="checkbox"/> TENDE PARA BOM		
<input type="checkbox"/> RUIM	<input type="checkbox"/> TENDE PARA RUIM		
<b>2 - NA SUA PERCEPÇÃO, HÁ ALGUM ASPECTO EXECUTIVO DA PAREDE QUE PODE CONTRIBUIR PARA DIMINUIR A DURABILIDADE DAS PAREDES?</b>			
<input type="checkbox"/> PARECE FRÁGIL	<input type="checkbox"/> PODE MOFAR, PELA PRESENÇA DE UMIDADE	<input type="checkbox"/> PODE SE INFESTAR DE BARBEIROS E OUTROS INSETOS	
<input type="checkbox"/> NA CHUVA, A PAREDE PODE	<input checked="" type="checkbox"/> PODE SOLTAR PÓ	<input type="checkbox"/> OUTROS:	
<b>3 - NA SUA PERCEPÇÃO, A(S) COR(ES) DAS PAREDES SÃO:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> BONITA(S)	<input type="checkbox"/> PODERIA(M) SER MAIS CLARA(S)	<input type="checkbox"/> PODERIA(M) TER MAIS COR(ES)	
<input type="checkbox"/> FEIA(S)	<input type="checkbox"/> PODERIA(M) SER MAIS ESCURA(S)	<input type="checkbox"/> OUTROS:	

FICHA PARA ESTUDO DE CASO			
SURVEY - PERCEPÇÃO SOBRE A TAIPA	<b>4 - NA SUA PERCEPÇÃO, A ILUMINAÇÃO DO AMBIENTE, PARA AS CORES DA PAREDE:</b>		
	<input type="checkbox"/> INTERFERE E ATRAPALHA	<input checked="" type="checkbox"/> INTERFERE MAS NÃO ATRAPALHA	<input type="checkbox"/> OUTROS:
	<b>5 - DEPOIS DE VIVER EM UMA CASA DE TAIPA (CONSTRUÇÃO COM TERRA) OU TRABALHAR, VOCÊ:</b>		
	<input type="checkbox"/> CONSTRUIRIA MINHA CASA TODA EM	<input type="checkbox"/> CONSTRUIRIA MINHA CASA DE FÉRIAS EM TAIPA	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIRIA MINHA CASA EM TAIPA E OUTRO MATERIAL (MISTA)
	<input type="checkbox"/> NÃO TENHO OPINIÃO FORMADA A	<input type="checkbox"/> NÃO CONSTRUIRIA	
	<b>6 - DE QUEM FOI A INICIATIVA DE CONSTRUIR COM TAIPA?</b>		
	<input type="checkbox"/> EU QUE INDIQUEI AO ARQUITETO OU ENG.	<input type="checkbox"/> O ARQUITETO E O ENG. QUE ME INDICOU	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO FIZ PARTE DA ESCOLHA
	<b>7 - VOCÊ INDICARIA A TAIPA PARA ALGUM AMIGO, CONHECIDO OU FAMILIAR?</b>		
	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	
	<b>8 - VOCÊ COMPRARIA OU CONSTRUIRIA UMA CASA EM TAIPA SE HOUVESSE INCENTIVO POLÍTICO? (MINHA CASA MINHA VIDA, POR EXEMPLO)</b>		
	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	
	<b>9 - A CASA TODA, COMO UM CONJUNTO, NA SUA PERCEPÇÃO É:</b>		
	<input checked="" type="checkbox"/> BONITA	<input type="checkbox"/> TENDE PARA BONITA	
<input type="checkbox"/> FEITA	<input type="checkbox"/> TENDE PARA FEIA		
<b>10 - CONSIDERANDO SUA EXPERIÊNCIA NESTA EDIFICAÇÃO, QUAIS ATRIBUTOS VOCÊ PERCEBE QUE EXISTEM NESTA CONSTRUÇÃO, GRAÇAS A PRESENÇA DA TAIPA (MARQUE TODAS QUE ACHAR)</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> DURABILIDADE	<input checked="" type="checkbox"/> SUSTENTABILIDADE	<input type="checkbox"/> STATUS SOCIAL	
<input checked="" type="checkbox"/> SEGURANÇA	<input checked="" type="checkbox"/> CONFORTO	<input type="checkbox"/> OUTROS:	
<b>11 - O QUE, NA SUA PERCEPÇÃO, VOCÊ GOSTOU NA TAIPA? E PORQUE?</b>			
O QUE?	Conforto térmico, cores naturais, sustentabilidade.	PORQUE?	Pois como jovem, me preocupo com a preservação do meio ambiente.
<b>12 - O QUE, NA SUA PERCEPÇÃO, VOCÊ NÃO GOSTOU NA TAIPA? E PORQUE?</b>			
O QUE?	Algumas e pequenas trincas.	PORQUE?	Pois o rejunte para cobrir estas trincas não fica na mesma cor da parede.
<b>13 - A SUA PERCEPÇÃO, APÓS A VIVÊNCIA NESTA EDIFICAÇÃO, AGORA É:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> POSITIVA	<input type="checkbox"/> TENDE PARA POSITIVA		
<input type="checkbox"/> NEGATIVA	<input type="checkbox"/> TENDE PARA NEGATIVA		

FICHA PARA ESTUDO DE CASO			
<b>PERCEPÇÃO AMBIENTAL</b>			
TEMPERATURA			
<b>14 - EM RELAÇÃO À TEMPERATURA NA EDIFICAÇÃO, VOCÊ CONSIDERA, NA MAIOR PARTE DO TEMPO:</b>			
<input type="checkbox"/>	MUITO QUENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	CONFORTÁVEL
<input type="checkbox"/>	QUENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	FRIA
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	MUITO FRIA
<b>15 - A VENTILAÇÃO NATURAL (QUE ENTRA PELA JANELA) DA EDIFICAÇÃO É:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	ÓTIMA	<input type="checkbox"/>	SATISFATÓRIA
<input type="checkbox"/>	BOA	<input type="checkbox"/>	RUIM
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	INSATISFATÓRIA
<b>ILUMINAÇÃO</b>			
<b>16 - NA SUA PERCEPÇÃO, A ILUMINAÇÃO DO AMBIENTE, PARA AS CORES DA PAREDE:</b>			
<input type="checkbox"/>	INTERFERE E ATRAPALHA	<input type="checkbox"/>	INTERFERE MAS NÃO ATRAPALHA
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	NÃO INTERFERE
<b>17 - COMO VOCÊ CLASSIFICA A ILUMINAÇÃO NATURAL DESSA CASA?</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	ÓTIMA	<input type="checkbox"/>	SATISFATÓRIA
<input type="checkbox"/>	BOA	<input type="checkbox"/>	RUIM
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	INSATISFATÓRIA
<b>18 - COMO VOCÊ CLASSIFICA A QUANTIDADE E DISTRIBUIÇÃO DAS JANELAS NESTA EDIFICAÇÃO?</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	ÓTIMA	<input type="checkbox"/>	SATISFATÓRIA
<input type="checkbox"/>	BOA	<input type="checkbox"/>	RUIM
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	INSATISFATÓRIA
<b>19 - COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ CONSIDERA NECESSÁRIO UTILIZAR A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL NA EDIFICAÇÃO. DURANTE O DIA?</b>			
<input type="checkbox"/>	SEMPRE	<input type="checkbox"/>	FREQ. MÉDIA
<input type="checkbox"/>	QUASE SEMPRE	<input checked="" type="checkbox"/>	RARAMENTE
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	NUNCA
<b>ACÚSTICA</b>			
<b>20 - EM RELAÇÃO A QUANTIDADE E INTENSIDADE DE RUIDOS EXTERNOS NA EDIFICAÇÃO, VOCÊ A</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CONFORTÁVEL	<input type="checkbox"/>	DESCONFORTÁVEL
<b>21 - VOCÊ OUVI ECO DENTRO DA EDIFICAÇÃO?</b>			
<input type="checkbox"/>	SIM	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO

## APÊNDICE 7 – TEXTO-BASE COMISSÃO ABNT CE-02:123.09



ABNT/CB-002  
 PROJETO ABNT PN 002:123.09-XXX  
 JUN 2021

### Taipa de pilão - Requisitos, execução, controle e métodos de ensaios

*Rammed Earth - Requirements, building, quality control and test methods*

#### Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma, independentemente de sua data de entrada em vigor.

A ABNT NBR XXXX foi elaborada no Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002), pela Comissão de Estudo de Construções com Terra (CE-002:123.009). O seu Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

#### Scope

#### Introdução

Arquitetura e construção com terra é o termo empregado para designar toda edificação em que a terra é o principal material construtivo. No Brasil, ao longo de sua história, os sistemas construtivos com terra mais usados são adobe, técnicas mistas e taipa. O uso de cada sistema está diretamente ligado ao tipo de solo (terra) disponível e à cultura construtiva de cada região.

A taipa, conhecida também como taipa de pilão, é a parede executada com terra compactada dentro de fômas removíveis. Para alcançar qualidade e durabilidade da taipa é preciso, além de outros requisitos, analisar as características físicas do solo, pois elas determinam a necessidade de estabilização granular, mecânica e/ou química.

Apesar da terra ser um material de construção milenar, empregado no Brasil principalmente nos períodos colonial (1530-1822) e imperial (1822-1889), pode-se considerá-la como uma alternativa mais sustentável no atual mercado da construção civil. Em diversas publicações brasileiras, observa-se a descrição da aplicação regional da terra para a execução de paredes, confirmando-se a possível



contribuição desse material para a minimização da falta de habitação e do elevado consumo energético no setor da construção civil.

No cenário internacional, destacam-se documentos normativos da Austrália, Espanha, Estados Unidos, Peru, Nova Zelândia e Zimbábue no âmbito do processo construtivo e do controle de qualidade da construção com terra. No Brasil, já se conta com normas para blocos e tijolos de solo-cimento e para adobes, mas ainda existem lacunas sobre normas para o uso corrente da terra com outras técnicas construtivas, tal como a taipa.

Assim, a presente proposta de norma estabelece critérios de avaliação que consideram as especificidades da taipa, subsidiando requisitos mínimos para o alcance da qualidade e durabilidade do produto final, bem como da proposição de diretrizes para a replicabilidade e confiabilidade desta técnica construtiva.

## Taipa de pilão – Requisitos, execução, controle e métodos de ensaios

### 1 Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos exigíveis e condições gerais que devem ser cumpridas para execução, controle e aceitação da taipa.

Esta Norma não se aplica a parede submetida a carregamento predominantemente horizontal, tais como muro de arrimo e parede de contenção.

### 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação dessa norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dessa norma (incluindo emendas).

ABNT NBR 6123, *Forças devidas ao vento em edificações*

ABNT NBR 6457, *Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização – Método de ensaio*

ABNT NBR 6459, *Solo – Determinação do limite de liquidez – Método de ensaio*

ABNT NBR 7180, *Solo – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio*

ABNT NBR 7181, *Solo – Análise granulométrica – Método de ensaio*

ABNT NBR 7182, *Solo - Ensaio de compactação*

ABNT NBR ISO 7500-1, *Materiais metálicos - Calibração e verificação de máquinas de ensaio estático uniaxial Parte 1: Máquinas de ensaio de tração/compressão - Calibração e verificação do sistema de medição da força*

ABNT NBR 8681, *Ações e segurança nas estruturas - Procedimento*

ABNT NBR 12023, *Solo-cimento - Ensaio de compactação*

ABNT NBR 12024, *Solo-cimento - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos – Procedimento*



ABNT NBR 15220-4, Desempenho térmico de edificações - *Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida*

ABNT NBR 15220-5, Desempenho térmico de edificações - *Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluxímetro*

ABNT NBR 15575-1, *Edificações habitacionais - Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais*

ABNT NBR 15575-2, *Edificações habitacionais - Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais*

ABNT NBR 15575-4, *Edificações habitacionais - Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE*

ABNT NBR 15900-1, *Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos*

ABNT NBR 16097, *Solo — Determinação do teor de umidade — Métodos expeditos de ensaio*

ABNT NBR 16697, *Cimento Portland - Requisitos*

ABNT NBR 16814, *Adobe – Requisitos e métodos de ensaio*

ABNT NBR 16868-3, *Alvenaria Estrutural – Parte 3: Métodos de ensaio*



### 3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

#### 3.1

##### **cinta**

componente estrutural apoiado continuamente sobre a taipa, com a função de travamento, amarração e distribuição de cargas

#### 3.2

##### **compactador**

instrumento manual ou mecânico para compactação dinâmica da mistura

#### 3.3

##### **contraverga**

componente estrutural colocado sob os vãos das aberturas de janelas na taipa, com a função de transmissão de cargas verticais para os trechos de parede adjacentes à abertura

#### 3.4

##### **contaminantes da terra**

substância ou composto que afeta negativamente os parâmetros da engenharia ou causa risco à saúde

#### 3.5

##### **coxim**

componente estrutural horizontal, não contínuo, rígido, cuja função é distribuir cargas concentradas na taipa

#### 3.6

##### **desmoldante**

material que impede a aderência da mistura à fôrma

#### 3.7

##### **energia de compactação**

trabalho realizado durante o processo de adensamento da terra

#### 3.8

##### **esbeltez**

razão entre a altura livre da parede e a sua espessura

#### 3.9

##### **estabilizante**

material diferente da terra usado para melhorar o desempenho da taipa quanto aos parâmetros de engenharia relacionados nesta Norma

#### 3.10

##### **fôrma**

conjunto composto por placas rígidas, elementos estruturais e peças auxiliares com a função de contenção da mistura durante o processo de compactação e dar o formato à taipa



### 3.11

#### **junta**

detalhe construtivo para evitar fissuras por dilatação e retração da taipa, encontro de duas fôrmas ou de diferentes materiais

### 3.12

#### **massa específica aparente seca**

relação entre a massa seca e o volume total ocupado pela mistura compactada

### 3.13

#### **mistura**

composição de um ou mais tipos de terra e água, com ou sem adição de material natural ou industrial para a execução da taipa

### 3.14

#### **prisma**

corpo de prova com a forma de paralelepípedo retangular, moldado com a mistura da taipa para realização de ensaios físico-mecânicos

### 3.15

#### **taipa**

##### **taipa de pilão**

parede executada com terra no estado úmido, sem ou com estabilizante, compactada em sucessivas camadas, dentro de fôrmas removíveis, com o uso de compactador manual ou mecânico

### 3.16

#### **terra**

solo usado para a execução da taipa

### 3.17

#### **verga**

componente estrutural colocado sobre os vãos das aberturas na taipa, com a função de transmissão de cargas verticais para os trechos de parede adjacentes à abertura

### 3.18

#### **Umidade de compactação**

teor de água necessário para que a mistura, sob o emprego de determinada energia de compactação, alcance determinada massa específica aparente seca

## 4 Requisitos

### 4.1 Materiais

#### 4.1.1 Terra

4.1.1.1 A terra deve ser caracterizada de acordo com as normas ABNT NBR 6457, ABNT NBR 6459, ABNT NBR 7180, ABNT NBR 7181 e deve atender, preferencialmente, às seguintes características:

- a) 100% de material que passa na peneira com abertura de malha de 50 mm para a taipa com espessura maior que 20 cm;



- b) 100% de material que passa na peneira com abertura de malha de 19 mm para a taipa com espessura entre 12 cm e 20 cm;
- c) 50% a 80% de material retido entre as peneiras com abertura de malha de 2 mm e 0,075 mm;
- d) 20% a 35% de material que passa na peneira com abertura de malha 0,075 mm;
- e) limite de liquidez  $\leq 50\%$ ;
- f) índice de plasticidade  $\leq 25\%$ .

4.1.1.2 A composição granulométrica da terra pode ser corrigida com adição de areia ou com a mistura de dois ou mais tipos de terra.

4.1.1.3 Para a terra fora dos parâmetros indicados, realizar ensaios de comportamento físico e mecânico na mistura compactada, a qual deve atender os requisitos estabelecidos em 4.2 desta Norma.

4.1.1.4 Não utilizar terra contendo matéria orgânica em decomposição ou com presença de sais solúveis.

#### 4.1.2 Estabilizante

4.1.2.1 É permitido o uso de estabilizantes em quantidade mínima para que a taipa atenda aos requisitos físicos-mecânicos estabelecidos nesta Norma.

4.1.2.2 Caso o estabilizante seja cimento, devem ser respeitados os requisitos específicos sobre este aglomerante descrito na norma ABNT NBR 16697 e sua dosagem deve ser definida para que atenda aos requisitos físicos-mecânicos estabelecidos nesta Norma.

#### 4.1.3 Água

A água a ser utilizada deve ser potável. Caso não se conheça a origem da água, esta deve atender aos requisitos descritos na norma ABNT NBR 15900-1.

### 4.2 Mistura compactada

#### 4.2.1 Massa específica aparente seca

4.2.1.1 A mistura para execução da taipa deve atender o requisito de massa específica aparente seca determinada ( $\gamma_d$ )  $\geq 1,750 \text{ g/cm}^3$  com seu correspondente teor de umidade ( $w$ ) de compactação obtida na curva de compactação, de acordo com a norma ABNT NBR 7182, para a energia normal de compactação.

4.2.1.2 Caso na mistura seja utilizado o estabilizante cimento, devem ser respeitados os requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR 12023 para a determinação da curva de compactação.

#### 4.2.2 Resistência à compressão simples

A resistência à compressão simples da mistura compactada para execução da taipa deve ser avaliada em corpos de prova cilíndricos ou prismas, moldados de acordo com os Anexos A e B respectivamente, e ensaiados de acordo com os Anexos C e G desta Norma, atendendo ao requisito de valor individual de resistência à compressão simples ( $f_c$ )  $\geq 1,3 \text{ MPa}$ .



#### 4.2.3 Erosão por gotejamento

A erosão por gotejamento da mistura compactada para execução da taipa deve ser avaliada em prismas, moldados de acordo com o Anexo B e ensaiados de acordo com o Anexo D desta Norma, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) Os valores individuais da profundidade da erosão ( $p_e$ ) devem ser  $\leq 15$  mm e a profundidade da penetração da água ( $p_{pa}$ )  $< 120$  mm;
- b) Ao término deste ensaio, a superfície ensaiada não deve apresentar: padrões de fissuras do tipo irregular, padrões de fissuras radiais a partir do ponto de gotejamento e maior dimensão da área erodida ( $p_w$ )  $> 50$  mm.
- c) Este ensaio é desnecessário para a taipa que não sofra contato com a água.

#### 4.3 Taipa

##### 4.3.1 Forma e dimensões

A taipa deve atender aos seguintes requisitos geométricos:

- a) Espessura da taipa  $\geq 30$  cm, esbeltez  $\leq 10$  e comprimento máximo  $\leq 9$  m;
- b) A taipa adicionada de estabilizantes pode ter espessura reduzida e esbeltez aumentada desde que permaneça atendendo aos requisitos estabelecidos em 4.2;
- c) A taipa adicionada de cimento deve ter espessura  $\geq 12$  cm, esbeltez  $\leq 23$ .

##### 4.3.2 Tolerância dimensional

A taipa deve ser inspecionada de acordo com o Anexo E desta Norma e satisfazer aos seguintes requisitos:

- a) a tolerância dimensional mínima para a espessura da taipa em relação a do projeto arquitetônico é de -5 mm para espessura igual 12 cm, e de -10 mm para qualquer espessura acima de 12 cm;
- b) a tolerância dimensional máxima para a espessura da taipa em relação a do projeto arquitetônico é de +10%, até 40 mm;
- c) o valor médio do afastamento do prumo por pavimento deve ser  $\leq 10$  mm para taipa com espessura de até 20 cm e  $\leq 5\%$  para as demais;
- d) a tolerância para a posição do eixo da taipa em relação ao projeto arquitetônico é de  $\pm 20$  mm. Para os demais pavimentos, a tolerância de  $\pm 20$  mm deve ser sempre relativa ao eixo da taipa do primeiro pavimento.

##### 4.3.3 Características físicas

A taipa deve ser inspecionada de acordo com o Anexo E desta Norma e satisfazer aos seguintes requisitos:

- a) não deve apresentar manchas por capilaridade de água;



- b) não deve ocorrer desagregação ou arrancamento com área da superfície superior a 10% em relação à área total da taipa e com profundidade maior que 3% da espessura da taipa;
- c) na ocorrência de fissuras com profundidade até 3% da espessura da taipa, estas não devem apresentar abertura maior que 3 mm, extensão superior a 75 mm e não deve ter mais que 20 fissuras em um mesmo m<sup>2</sup> da taipa.

#### 4.3.4 Grau de compactação

O grau de compactação da taipa deve apresentar valores entre 95 a 105%. Caso não seja atingida esta especificação, modificar a energia de compactação, o teor de umidade de compactação da mistura ou ambos.

#### 4.3.5 Aceitação e rejeição da taipa

4.3.5.1 A taipa deve atender a todas as exigências estabelecidas em 4.2.1 a 4.3.4 desta Norma, para que seja aceita.

4.3.5.2 Caso não sejam atendidas as exigências estabelecidas para a espessura, o afastamento do prumo, a desagregação ou as fissuras de retração, devem ser adotadas as seguintes ações:

- a) revisar o projeto estrutural para determinar se a taipa, no todo ou em parte, pode ser aceita, considerando os resultados obtidos nos ensaios de caracterização física e mecânica desta Norma;
- b) determinar restrições de uso da taipa;
- c) providenciar projeto de reforço;
- d) decidir pela rejeição, por demolição parcial ou total.

## 5 Condições gerais

### 5.1 Mistura

Para a execução da taipa deve ser preparada a mistura nas seguintes condições:

- a) As terras devem ser seca ao ar, destorroada e não deve apresentar matéria orgânica ou outros contaminantes;
- b) A homogeneização da mistura pode ser manual ou mecânica até obter aspecto uniforme;
- c) Adicionar água gradativamente à mistura, homogeneizando os materiais, até atingir o teor de umidade (w) de compactação correspondente à massa específica aparente seca determinada ( $\gamma_d$ ) em 4.2.1.

### 5.2 Fôrma

A fôrma deve ser projetada, construída e montada de modo a ter:

- a) o prumo e alinhamento garantidos pelos elementos estruturais de suporte, travamento e escoramento devidamente definido no projeto específico;



- b) resistência aos agentes aos quais possa ser submetido durante o processo de execução da taipa, considerando-se: ações ambientais; carga de estrutura auxiliar; cargas de partes da taipa permanente a serem suportadas pela estrutura auxiliar até a desforma; ações dinâmicas produzidas pelo lançamento e compactação da mistura;
- c) placas rígidas e elementos estruturais, suficiente para assegurar a tolerância dimensional, o prumo e o alinhamento especificados em 4.3.2 e 4.3.3, e a integridade da taipa;
- d) estanqueidade, resistência à abrasão da superfície e conformidade com a forma e dimensões da taipa a ser executada;
- e) superfícies internas limpas e preparadas com agente desmoldante a fim de evitar que ocorra aderência da mistura à fôrma. O agente desmoldante deve ser adequado para que não deixe resíduos na superfície da taipa, não altere as características físicas e químicas da mistura, e não degrade as superfícies da fôrma;
- f) acessórios que atendam aos requisitos das normas específicas de cada material constituinte;
- g) projeto que contemple: posicionamento das placas, guias, barras de suporte, travas, escoras e sequência de desmontagem.

### 5.3 Transporte, lançamento e compactação da mistura

5.3.1 O transporte, o lançamento e a compactação da mistura podem ser manuais ou mecânicos. Deve-se utilizar um ou mais tipos de compactador ou de equipamentos compatíveis, conforme a necessidade de preenchimento de espaços específicos no interior da fôrma.

5.3.2 Verificar visualmente o aspecto da mistura, que deve manter sua umidade e homogeneidade desde a saída do local do seu preparo até o lançamento no sistema de fôrmas.

5.3.3 O lançamento e a compactação da mistura não devem provocar deformações visíveis na fôrma durante o processo.

5.3.4 A mistura deve ser lançada em todo o comprimento da fôrma e espalhada até formar uma camada nivelada com altura máxima de 20 cm. Esta camada deve ser compactada, aplicando-se golpes de maneira contínua e distribuída por toda sua extensão, de modo a atingir a massa específica aparente seca determinada ( $\gamma_d$ ) em 4.2.1. A massa específica aparente seca in loco ( $\gamma_c$ ) deve ser determinada de acordo com o Anexo F e realizado o controle do grau de compactação conforme as prescrições em 7.2 que deve atender ao requisito estabelecido em 4.3.4.

5.3.5 O tempo entre o início do preparo e a compactação final da mistura deve ser o mínimo possível para evitar a perda de umidade. Para as misturas contendo estabilizantes, deve-se verificar a compatibilidade entre o tempo e a eficiência do estabilizante.

5.3.6 A verificação do prumo e do alinhamento da fôrma deve ser executado frequentemente durante o processo da compactação da taipa.

### 5.4 Desforma e secagem da taipa

5.4.1 A fôrma pode ser desmontada logo após o término da compactação da mistura. Isso deve ser feito cuidadosamente para que não aconteçam danos à superfície da taipa.

5.4.2 A taipa desformada deve ser protegida contra as intempéries até a realização da inspeção.



5.4.3 A cura deverá ocorrer somente na taipa que contenha estabilizante, devendo seguir as recomendações do estabilizante empregado. Caso não exista recomendações ou o estabilizante seja cimento, a cura deve ser realizada por um período mínimo de 7 dias.

5.4.4 Após a desforma, para recebimento de demais cargas atuantes na edificação, a taipa deve ter no mínimo 14 dias de idade e estar seca ao toque. Caso a taipa contenha estabilizante e não exista recomendações do projeto estrutural, deve ter, no mínimo, 28 dias de idade para recebimento de demais cargas atuantes.

#### 5.5 Juntas na taipa

Convém a execução de juntas na taipa de acordo com os seguintes procedimentos:

- a) Escarificação e umedecimento da superfície da última camada compactada quando houver a interrupção na execução por mais de doze horas;
- b) Junta de movimentação por meio de abertura de sulco na direção vertical quando o comprimento da taipa exceder a 3,5 m;
- c) Junta de dessolidarização por meio de encaixes quando no encontro da taipa de planos diferentes, perpendiculares ou não;
- d) No caso de encontro da taipa com outro material deve-se buscar soluções construtivas que garantam a justaposição dos elementos.

#### 5.6 Instalações elétricas e hidrossanitárias na taipa

Convém executar as instalações elétricas e hidrossanitárias externamente à taipa. No caso de execução por embutimento, deve-se:

- a) elaborar o projeto das instalações hidrossanitárias de modo a mitigar os danos decorrentes de mau funcionamento da instalação;
- b) posicionar previamente as tubulações rígidas dentro da fôrma para posterior compactação da mistura, conforme procedimentos apresentados em 7.1, até o limite de 1/3 da espessura da taipa;
- c) realizar a abertura de sulcos na taipa durante a sua secagem, no caso de embutimento posterior, e realizar os procedimentos para fechamento e acabamento destas aberturas conforme apresentados em 7.1.7.



### 5.7 Proteção da taipa

Para preservar a taipa da exposição prolongada à umidade, devem ser executadas as seguintes proteções:

- a) Da base da taipa, para impedir a ascensão de água por capilaridade (ver exemplos);
- b) Da superfície externa, para impedir o umedecimento por chuva dirigida e respingos de água (ver exemplos);
- c) Do respaldo, para impedir a infiltração de água da chuva (ver exemplos).

Exemplo 1 base da edificação elevada do piso

Exemplo 2 impermeabilização da fundação

Exemplo 3 calçadas perimetrais

Exemplo 4 drenagem do entorno

Exemplo 5 rodapés

Exemplo 6 beirais

Exemplo 7 rufos

Exemplo 8 calhas

Exemplo 9 pintura hidrofugante

Exemplo 10 revestimentos na superfície desde que garanta o comportamento higroscópico da taipa. Para a taipa sem estabilizante não se deve aplicar argamassa cimentícia.

### 5.8 Aberturas e cargas na taipa

5.8.1 As cargas na taipa devem ser distribuídas por meio de elementos estruturais como coxim e cinta. No caso da existência de laje de piso ou de cobertura, a cinta deve ser solidária a ela.

5.8.2 Nas aberturas, executar verga e contraverga, ou outros elementos estruturais que as substituam.

5.8.3 As vergas e contravergas devem exceder 1/5 da largura do vão de cada lado, sendo 30 cm no mínimo, e constituídas de material estrutural.



## 6 Análise estrutural e térmica

6.1 Para a análise térmica da taipa, a condutividade térmica pode ser determinada por meio dos ensaios descritos nas ABNT NBR 15220-4 e ABNT NBR 15220-5. Caso não seja realizado o ensaio, convém ser considerado o valor na faixa de 0,35 a 1,1 W/(m.K).

6.2 A ação do vento é dispensável na análise estrutural da taipa, desde que esta seja devidamente contraventada nos dois sentidos, com dimensões de acordo com item 4.3.1.

6.3 A resistência característica à compressão simples da taipa ( $f_k$ ) é estimada como sendo 70% da resistência característica estimada à compressão simples da mistura compactada para execução da taipa ( $f_{ck,est}$ ), e calculada por:

$$f_k = 0,7 \times f_{ck,est}$$

Onde

$f_k$  é a resistência característica à compressão simples da taipa, expressa em megapascals (MPa);

$f_{ck,est}$  é a resistência característica estimada à compressão simples da mistura compactada para execução da taipa, determinada de acordo com os procedimentos estabelecidos nos Anexos C e G, expressa em megapascals (MPa).

6.4 A resistência de cálculo à compressão simples da taipa ( $f_d$ ) a ser considerada no projeto é:

$$f_d = f_k / g_m$$

Onde

$f_d$  é a resistência de cálculo à compressão simples da taipa, expressa em megapascals (MPa);

$g_m$  é o coeficiente de ponderação no valor 3.

6.5 Considerar no projeto o valor da massa específica aparente seca determinada ( $\gamma_d$ ) em 4.2.1 como o valor do peso específico da taipa. Caso não tenha o resultado do ensaio, pode ser considerado o valor na faixa de 1,750 a 2,200 g/cm<sup>3</sup>.

6.6 Considerar no projeto o valor médio do módulo de deformação ( $E_p$ ) determinado no Anexo G como o valor do módulo de deformação secante da taipa. Caso não tenha o resultado do ensaio, considerar o valor entre 300 e 800 MPa. Para a taipa adicionada de cimento considerar o valor entre 2000 e 7000 MPa.

6.7 Considerar as seguintes excentricidades na taipa:

- a)  $e_1$  é a excentricidade de primeira ordem, qual seja a excentricidade do esforço normal no topo da taipa, se existir;
- b)  $e_a$  é a excentricidade acidental devida ao desaprumo, que deve ser igual a 5% da espessura ( $e$ ) da taipa.

6.8 A segurança aos esforços de flexocompressão resultantes das excentricidades na taipa está satisfeita se a tensão de compressão máxima ( $\sigma_{max}$ ) na base da taipa for menor ou igual a resistência de



cálculo à compressão simples da taipa ( $f_d$ ), de acordo com a seguinte equação:

$$\sigma_{\max} = 10 \times (N_d / (A \times R) + M_d / W) \leq f_d$$

Onde

$N_d$  é o valor do esforço normal de cálculo na base da taipa, obtido com a combinação normal de ações da ABNT NBR 8681, por metro de comprimento, expresso em quilonewton por metro (kN/m), e calculado por:

$$N_d = N_{d,\text{topo}} + 1,4 \times \text{PPr}$$

onde

$N_{d,\text{topo}}$  é o esforço normal no topo da taipa, expresso em quilonewton por metro (kN/m);

PPr é o peso próprio da taipa, expresso em quilonewton por metro (kN/m);

A é a área da seção transversal da taipa por metro linear, expresso em centímetros quadrados por metro (cm<sup>2</sup>/m), calculado por:

$$A = 100 \times e$$

onde

e é a espessura da taipa, expressa em centímetros (cm);

R é o coeficiente redutor devido à esbeltez da taipa, calculado por:

$$R = [1 - (\lambda / 40)^2]$$

$\lambda$  é a esbeltez da taipa, determinada pela razão entre a altura livre da parede e a sua espessura

$M_d$  é o momento de cálculo na base da taipa, expresso em quilonewton centímetro por metro linear (kN.cm)/m, calculado por:

$$M_d = M_{d1} + M_{da}$$

onde

$M_{d1}$  é o momento devido à excentricidade do carregamento no topo da taipa, se houver, expresso em quilonewton centímetro por metro linear (kN.cm)/m, calculado por:

$$M_{d1} = N_{d,\text{topo}} \times e_1$$

$M_{da}$  é o momento devido ao desaprumo da taipa, expresso em quilonewton centímetro por metro linear (kN.cm)/m, calculado por:

$$M_{da} = N_{d,\text{topo}} \times e_2 + [(1,4 \times \text{PPr}) \times e_2 / 2]$$

W é o módulo resistente da seção, expresso em centímetros cúbicos por metro (cm<sup>3</sup>/m), calculado por:

$$W = (100 \times e^2) / 6$$



6.9 A segurança aos esforços das cargas concentradas na taipa está satisfeita se forem descarregadas sobre coxim com adequada rigidez, cujo comprimento ( $L_c$ ) é determinado de acordo com a seguinte equação:

$$L_c \geq 10 \times F_{cd} / (b \times f_d)$$

Onde

$L_c$  é o comprimento do coxim, expressa em centímetros (cm);

$b$  é a espessura do coxim, expressa em centímetros (cm);

$f_d$  é a resistência de cálculo à compressão simples da taipa, expressa em megapascals (MPa);

$F_{cd}$  é o valor de cálculo da carga concentrada, expresso em quilonewtons (kN), calculado por:

$$F_{cd} = 1,4 \times F$$

onde

$F$  é a carga concentrada atuante no coxim, expressa em quilonewtons (kN).

6.10 O desempenho estrutural e térmico da taipa pode ser verificado de acordo com os requisitos para os sistemas estruturais e de vedações verticais estabelecidos nas ABNT NBR 15575-1, ABNT NBR 15575-2 e ABNT NBR 15575-4.

## 7 Execução da taipa

### 7.1 Procedimentos

7.1.1 Montar a fôrma conforme sequência executiva contida em projeto específico.

7.1.2 Preparar a mistura para execução da taipa de acordo com 5.1, utilizando o teor de umidade ( $w$ ) de compactação correspondente à massa específica aparente seca determinada ( $\gamma_d$ ) em 4.2.1.

7.1.3 Transportar, lançar e compactar a mistura no interior da fôrma, seguindo as condições gerais estabelecidas em 5.3, formando a primeira camada de mistura compactada.

7.1.4 Repetir os processos de transporte, lançamento e compactação da mistura, em camadas sucessivas, até completar a fôrma ou atingir o respaldo da parede.

7.1.5 Desformar a taipa e realizar os procedimentos descritos em 5.4.

7.1.6 Realizar a inspeção da taipa, conforme procedimentos do Anexo E.

7.1.7 Após a inspeção da taipa, pode-se preencher os vazios e revestir a superfície com uma mistura plástica de terra-água ou material compatível à taipa, nas seguintes situações:

- a) desagregação, arrancamentos e fissuras na superfície da taipa que se enquadrem e sejam admissíveis segundo os requisitos 4.3.3;



- b) aberturas e orifícios de até 5 cm de diâmetro, com espaçamento vertical mínimo de 30 cm e espaçamento horizontal mínimo de 60 cm, utilizados para trabalhos temporários, como travamento;
- c) sulcos abertos para as instalações elétricas e hidráulicas na taipa.

## 7.2 Controle

7.2.1 Durante a execução da taipa, verificar o grau de compactação a cada 3 m<sup>3</sup> de mistura compactada ou a cada 4 horas de trabalho de compactação da mistura, o que ocorrer primeiro, conforme procedimentos estabelecidos no Anexo F.

7.2.2 O grau de compactação é determinado pela seguinte equação:

$$GC = (\gamma_c / \gamma_d) \times 100$$

Onde

$\gamma_c$  = massa específica aparente seca in loco, expressa em gramas por centímetros cúbicos (g/cm<sup>3</sup>), com precisão de três casas decimais;

$\gamma_d$  = massa específica aparente seca determinada em 4.2.1, expressa em gramas por centímetros cúbicos (g/cm<sup>3</sup>), com precisão de três casas decimais;

GC = grau de compactação, expresso em porcentagem, com aproximação decimal (%).



## Anexo A (normativo)

### Moldagem de corpo de prova cilíndrico

#### A.1 Princípio

Este método consiste na instrução para a moldagem de corpo de prova cilíndrico para a aplicação de ensaio de caracterização mecânica.

#### A.2 Aparelhagem

A aparelhagem necessária à execução desta moldagem deve ser conforme indicado na ABNT NBR 12024.

#### A.3 Procedimento

Moldar o corpo de prova cilíndrico em ambiente laboratorial, utilizando amostras representativas dos materiais de construção da taipa, de acordo com as seguintes etapas:

- a) montar o molde cilíndrico de Proctor;
- b) preparar a mistura para a moldagem do corpo de prova cilíndrico de acordo com 5.1 desta Norma, adicionando água na quantidade suficiente para que se atinja o teor de umidade ( $w$ ) de compactação correspondente a massa específica aparente seca determinada ( $\gamma_d$ ) em 4.2.1;
- c) retirar uma amostra da mistura para determinar o teor de umidade ( $w$ ) de acordo com os procedimentos prescritos na ABNT NBR 12024;
- d) moldar o corpo de prova cilíndrico de acordo com os procedimentos prescritos na ABNT NBR 12024;
- e) extrair o corpo de prova cilíndrico do molde de Proctor com o emprego de extrator e determinar a sua massa úmida ( $m_w$ ), expressa em gramas (g);
- f) determinar a massa específica aparente seca in loco ( $\gamma_c$ ) do corpo de prova cilíndrico, de acordo com o procedimento de cálculo prescrito na ABNT NBR 12024;
- g) determinar o grau de compactação do corpo de prova cilíndrico de acordo com 7.2.2;
- h) secar, em ambiente controlado de temperatura e umidade relativa do ar, o corpo de prova cilíndrico moldado com a mistura sem estabilizante por, pelo menos, 7 dias. Para o corpo de prova cilíndrico moldado com a mistura adicionada de estabilizante, realizar a cura conforme descrito em 5.4.3.

#### A.4 Resultado

A.4.1 assegurar o aspecto visual do corpo de prova cilíndrico, não sendo admitida a presença de fissuras ou outros defeitos detectados visualmente que possam comprometer suas características físicas e mecânicas;

A.4.2 descartar o corpo de prova cilíndrico se o grau de compactação não apresentar valor entre 95 e 105%.



## Anexo B (normativo)

### Moldagem de prisma

#### B.1 Princípio

Este método consiste na instrução para moldagem de prisma para realização de ensaios de caracterização física e mecânica.

#### B.2 Aparelhagem

B.2.1 Molde com formato externo de um paralelepípedo retângulo com arestas vivas, conforme figura B.1, com as seguintes dimensões: espessura ( $e$ ) de 15 cm; comprimento ( $c$ ) e altura ( $h$ ) iguais a 30 cm. Adicionar 15 cm na altura ( $h$ ), de modo a facilitar a compactação do topo do prisma.

B.2.2 Compactador manual tipo soquete com massa de aproximadamente 2500g ou compactador mecânico tipo socador pneumático.

B.2.3 Aparelhagem descrita no Anexo F.

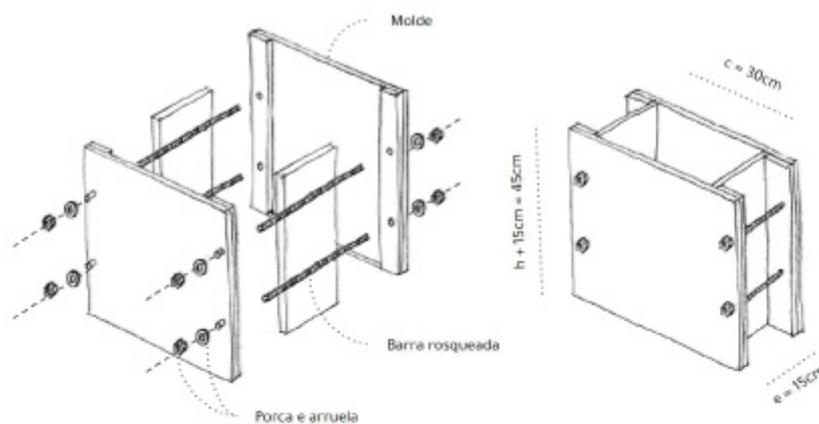


Figura B.1 – Esquema de molde para moldagem do prisma

#### B.3 Procedimento

Moldar o prisma em laboratório ou obra, utilizando amostras representativas dos materiais de construção da taipa, de acordo com as dimensões da figura B.2 e as seguintes etapas:

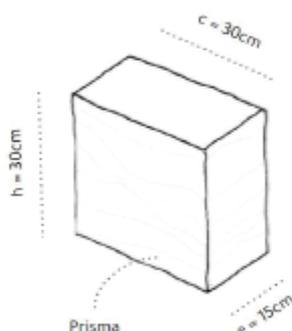


Figura B.2 – Dimensões do prisma

- preparar a mistura para execução do prisma de acordo com 5.1, adicionando água em quantidade suficiente para que se atinja o teor de umidade ( $w$ ) de compactação correspondente à massa específica aparente seca determinada ( $\gamma_d$ ) em 4.2.1;
- lançar e espalhar a mistura no interior do molde, formando uma camada nivelada de altura máxima de 15 cm. Deve-se aplicar golpes com o compactador de maneira contínua e distribuída por toda a extensão da camada, de modo a atingir a massa específica aparente seca determinada ( $\gamma_d$ ) em 4.2.1;
- proceder ligeira escarificação na superfície da camada finalizada antes de iniciar a camada subjacente;
- após a compactação da segunda camada, determinar a massa específica aparente seca in loco ( $\gamma_c$ ) da mistura compactada de acordo com o Anexo F;
- finalizar o processo de lançamento e compactação da mistura no interior do molde, com o mínimo de três camadas sucessivas, de modo a atingir a altura de  $h + 5$  cm;
- desmoldar o prisma e remover o excesso de mistura compactada com régua biselada, de modo a obter uma superfície lisa e com a altura ( $h$ ) de 30 cm;
- determinar o grau de compactação da mistura compactada de acordo com 7.2.2, que deve atender ao requisito estabelecido em 4.3.4;
- secar em ambiente controlado de temperatura e umidade relativa do ar o prisma moldado com a mistura sem estabilizante por, pelo menos, 7 dias. Para o prisma moldado com a mistura adicionada de estabilizante, realizar a cura conforme descrito em 5.4.3.

#### B.4 Resultado

Assegurar o aspecto visual do prisma, não sendo admitida a presença de fissuras, ou outros defeitos detectados visualmente que possam comprometer suas características físicas e mecânicas.



## ANEXO C (normativo)

### Determinação da resistência à compressão simples de corpos de prova cilíndricos

#### C.1 Princípio

Este método consiste na determinação da resistência à compressão simples de corpos de prova.

#### C.2 Aparelhagem e instrumentação

A aparelhagem e a instrumentação, necessárias à execução deste ensaio, são as seguintes:

- a) instrumento de medida de comprimento (paquímetro), com sensibilidade mínima de 0,5 mm;
- b) máquina de ensaios, que satisfaça as seguintes condições:
  - b.1) ser provida de dispositivo que assegure a distribuição uniforme dos esforços no corpo de prova;
  - b.2) ser equipada com dois pratos de apoio, de aço, um dos quais articulado, que atue na face superior do corpo de prova;
  - b.3) ter uma placa de aço entre os pratos e o corpo de prova caso as dimensões dos pratos de apoio não sejam suficientes para cobrir o corpo de prova;
  - b.4) assegurar que a espessura das placas monolíticas de aço seja superior ou igual a 25 mm;
  - b.5) garantir que as superfícies planas e rígidas dos pratos e placas de apoio não apresentem desníveis superiores a 0,08 mm para cada 400 mm;
  - b.6) atender os requisitos da ABNT NBR NM-ISO 7500-1;
  - b.7) ter instrumento capaz de permitir a leitura das cargas com aproximação de  $\pm 2\%$  da carga de ruptura;
  - b.8) ter instrumento capaz de transmitir a carga de modo progressivo e sem choques;
  - b.9) ter dispositivo de medida para aplicação do carregamento de modo que permita a acomodação do corpo de prova e das placas de distribuição de carga caso necessárias.

#### C.3 Amostragem

A amostra deve ser constituída de três a cinco corpos de prova moldados de acordo com o Anexo A.

#### C.4 Preparação dos corpos de prova cilíndricos



Para o ensaio de compressão simples, o corpo de prova deve:

- a) estar seco ao toque. Caso moldado com mistura adicionada de estabilizante, sem recomendação quanto à idade adequada para a execução deste ensaio, adotar a idade de 28 dias;
- b) estar devidamente identificado e acondicionado em ambiente protegido que preserve suas características originais;
- c) ter as dimensões das faces de trabalho com exatidão de 1mm;
- d) ser capeado em toda face de aplicação da carga e de apoio, apresentando capas planas e uniformes no momento do ensaio. Para o capeamento, observar as seguintes instruções:
  - d.1) executar com pasta de cimento ou argamassa cimentícia, com resistência superior à resistência da taipa;
  - d.2) garantir o nivelamento das superfícies capeadas;
  - d.3) assegurar a espessura da capa aplicada menor ou igual a 3mm.
- e) neoprene pode ser utilizado para substituição do capeamento.

#### C.5 Procedimento

O procedimento para realização do ensaio é o seguinte:

- a) colocar o corpo de prova na máquina de ensaio de modo que seu centro de gravidade esteja no eixo de aplicação do carregamento;
- b) executar o ensaio de compressão simples, de forma que o carregamento seja contínuo, com velocidade constante e à razão de  $(0,30 \pm 0,06)$  MPa/min, até a ruptura do corpo de prova;
- c) registrar a carga de ruptura do corpo de prova.

#### C.6 Expressão dos resultados e relatório de ensaio

##### C.6.1 Resistência à compressão simples do corpo de prova cilíndrico

C.6.1.1 O valor individual de resistência à compressão simples ( $f_c$ ) de cada corpo de prova é calculado pela seguinte equação:

$$f_c = \frac{F_{rup}}{A_{rup}}$$

onde:

$F_{rup}$  é a carga de ruptura, expressa em newtons (N);

$A_{rup}$  é a área da seção transversal do corpo de prova, expressa em milímetros quadrados (mm<sup>2</sup>);



$f_c$  é a resistência à compressão simples do corpo de prova, expressa em megapascals (MPa), com precisão de uma casa decimal.

C.6.1.2 O valor característico estimado de resistência à compressão simples ( $f_{c,est}$ ) da amostra dos corpos de prova é calculado pela seguinte equação, baseada na ABNT NBR 16868-3:

$$f_{c,est} = \phi \times f_c (1)$$

Onde

$f_{c,est}$  é a resistência característica estimada à compressão simples da amostra, expressa em megapascals (MPa), com precisão de uma casa decimal;

$f_{c(1)}$  é o menor valor individual de resistência à compressão simples dos corpos de prova da amostra, expresso em megapascals (MPa), com precisão de uma casa decimal;

$\phi$  é o fator de incerteza, em função da quantidade de corpos de prova da amostra ( $n$ ), conforme mostrado na Tabela C.1.

Tabela C.1 - Valores de  $\phi$  em função da quantidade de corpos de prova da amostra

Nº de corpos de prova (n)	$\phi$
3	0,80
4	0,84
5	0,87

#### C.6.2 Relatório do ensaio

Deve conter:

- identificação do solicitante;
- identificação da amostra e de todos os corpos de prova;
- data de moldagem e de preparo dos corpos de prova;
- data de realização do ensaio;
- descrição de forma de ruptura do corpo de prova, podendo-se usar fotografias ou desenhos;
- descrição de eventos não previstos no decorrer dos ensaios;
- descrição da composição da mistura, e do tipo e respectiva proporção de estabilizantes, se houver;



- h) resistências individuais dos corpos de prova com verificação do atendimento aos requisitos do 4.2.2 desta Norma, e resistência característica dos corpos de prova para análise estrutural estabelecida em 6.3 desta Norma;
- i) referência à esta Norma.



## ANEXO D

### Determinação da erosão por gotejamento em prismas (normativo)

#### D.1 Princípio

Este método consiste na determinação da erosão por gotejamento em prismas.

#### D.2 Aparelhagem e instrumentação

A aparelhagem e instrumentação necessárias à execução deste ensaio, ilustradas na Figura D.1, são as seguintes:

- a) recipiente transparente com marcação de unidade de 100 ml e volume máximo de 500 ml que permita acoplamento de controlador de gotejamento de água;
- b) equipamento macrogotas ou outro conjunto que permita o controle de gotejamento de água;
- c) apoio no formato de paralelepípedo com a metade da espessura ( $e$ ) do prisma e dimensões de altura e comprimento iguais ou maiores que o prisma;
- d) instrumento de medida de comprimento (paquímetro), com sensibilidade mínima de 0,5 mm;
- e) cronômetro digital com sensibilidade mínima de 1 segundo;
- f) instrumento de medida de profundidade (bastão ou haste metálica cilíndrica com diâmetro de aproximadamente 3 mm).

#### D.3 Amostragem

A amostra deve ser constituída de dois prismas moldados de acordo com o Anexo B.

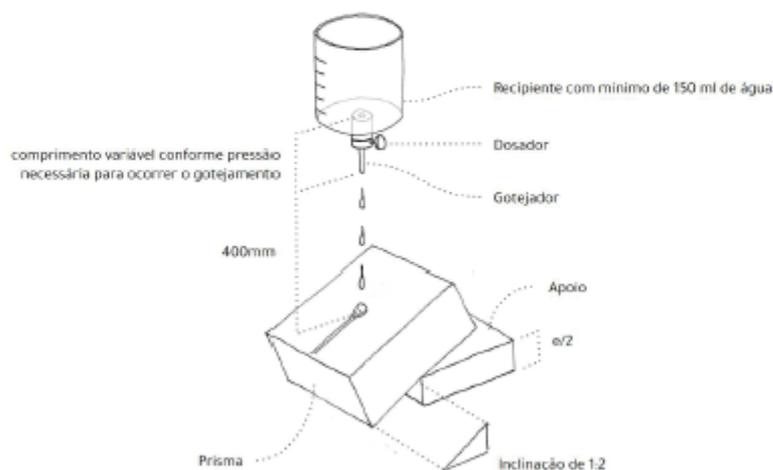


Figura D.1- Esquema da aparelhagem e instrumentação do ensaio da erosão por gotejamento em prismas

#### D.4 Preparação dos prismas

Para o ensaio de erosão por gotejamento, o prisma deve:

- estar visualmente intactos, sem descolamentos ou fissuras;
- estar seco ao toque. Caso moldado com mistura adicionada de estabilizante, sem recomendação quanto à idade adequada para a execução deste ensaio, adotar a idade de 28 dias;
- estar devidamente identificado e acondicionado em ambiente protegido que preserve suas características originais;
- não ter recebido algum tipo de tratamento superficial;
- ter as dimensões das faces de trabalho determinadas com exatidão de 1mm.

#### D.5 Procedimento

O procedimento para realização do ensaio é o seguinte:

- colocar o prisma inclinado sobre o apoio com inclinação de 1:2, conforme ilustrado na Figura D.1, de modo que o centro de gravidade de sua maior face de trabalho esteja no eixo de aplicação do gotejamento de água;
- encher o recipiente com no mínimo 150 ml de água, colocar o controlador de gotejamento e posicionar este conjunto conforme ilustrado na Figura D.1. Manter o recipiente com água sempre acima do nível que ocorra pressão de coluna de água suficiente para o gotejamento;



- c) iniciar o ensaio de forma a permitir que 100 ml de água goteje a altura de 400 mm na face de trabalho inclinada, conforme Figura D.1, em um intervalo de tempo entre 20 minutos e 60 minutos. O gotejamento de água deve ser interrompido após o escoamento de 100 ml;
- d) imediatamente após o término do gotejamento de água medir a profundidade máxima da erosão ( $p_e$ ) em relação à superfície do prisma com instrumento de medida de profundidade, conforme ilustrado na Figura D.2;
- e) medir a maior dimensão da área erodida ( $p_w$ ) com paquímetro, conforme ilustrado na Figura D.3;
- f) observar na superfície ensaiada a ocorrência de padrões de fissuras do tipo irregular, padrões de fissuras radiais, conforme ilustrado na Figura D.4.
- g) após estas medições e observações, romper o prisma através do ponto onde a erosão é mais profunda e na menor seção rompida do prisma, medir a profundidade da penetração da água ( $p_{pa}$ ), conforme ilustrado na Figura D.5.

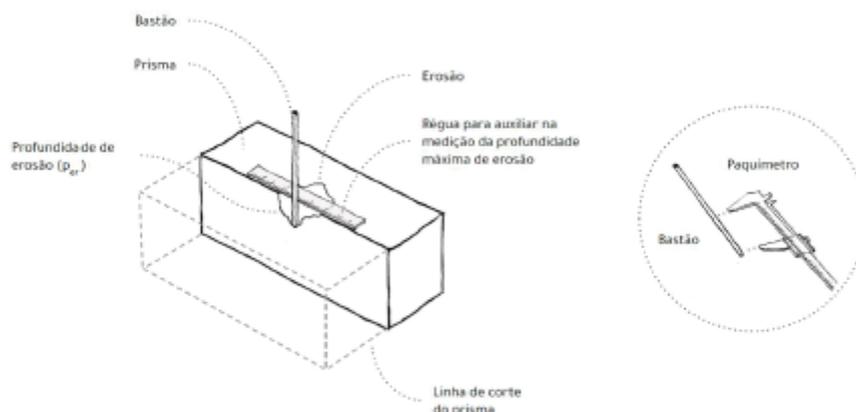


Figura D.2 – Procedimento para medição da profundidade máxima da erosão

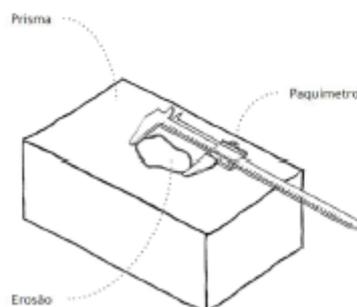


Figura D.3 – Procedimento para medição da maior dimensão da área erodida

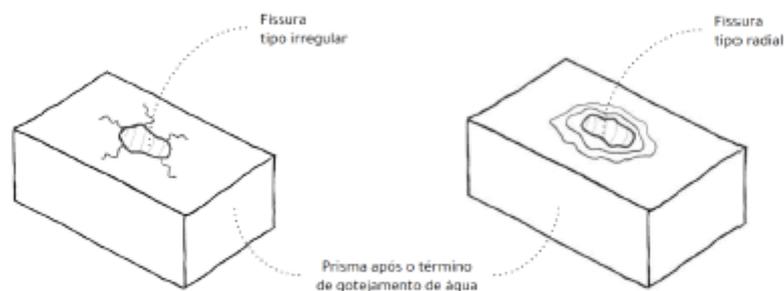


Figura D.4 – Padrões de fissuras na superfície do prisma após ensaio de erosão por gotejamento

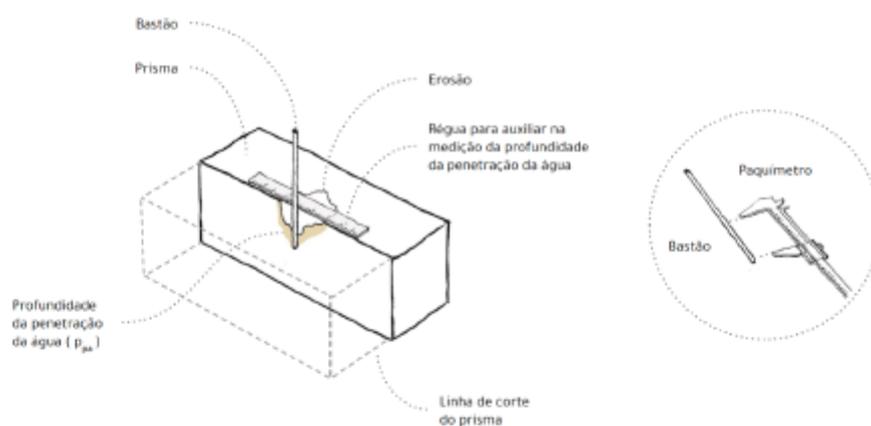


Figura D.5 – Procedimento para medição da penetração da água

## D.6 Expressão dos resultados e relatório de ensaio

### D.6.1 Profundidade da erosão e da penetração da água e a dimensão da área erodida

Os valores individuais da profundidade máxima da erosão ( $p_{er}$ ), da penetração da água ( $p_{oa}$ ) e da maior dimensão da área erodida ( $p_{ae}$ ) no prisma devem ser expressos em milímetros (mm).

### D.6.2 Relatório do ensaio

Deve conter:

- identificação do solicitante e da amostra;
- data de moldagem dos prismas;



- c) data de realização;
- d) registro da forma de execução do ensaio, podendo-se usar fotografias ou desenhos;
- e) descrição de eventos não previstos no decorrer dos ensaios;
- f) descrição da composição da mistura e do tipo e respectiva proporção de estabilizantes, se houver;
- g) profundidade máxima da erosão ( $p_e$ ), da penetração da água ( $p_{wa}$ ) e a maior dimensão da área erodida ( $p_w$ ) de cada prisma com verificação do atendimento aos requisitos do 4.2.3 desta Norma;
- h) registro de ocorrências de fissuras e de perda de fragmentos, com fotografias ou desenhos;
- i) referência à esta Norma.



## ANEXO E

### Inspeção da taipa (normativo)

#### E.1 Princípio

Este método consiste na inspeção da taipa quanto aos requisitos de variação dimensional, prumo, alinhamento, absorção de água por capilaridade, falhas da superfície e fissuração.

#### E.2 Aparelhagem e instrumentação

A aparelhagem e instrumentação, necessárias à execução desta inspeção, são as seguintes:

- a) instrumento de medida de comprimento (trena, régua metálica, régua digital ou laser), com sensibilidade mínima de 1 mm;
- b) instrumento de medida de profundidade (paquímetro; e bastão ou haste metálica cilíndrica com diâmetro aproximadamente de 3 mm) com sensibilidade de 1 mm;
- c) instrumento de medida de prumo (fio de prumo, régua digital ou laser) com sensibilidade mínima de 5 mm;
- d) instrumento de medida da abertura e progresso da fissura (fissurômetro), com sensibilidade mínima de 0,1 mm.

#### E.3 Condições para inspeção

A taipa, executada conforme os procedimentos 7.1.1 a 7.1.5, deve ser inspecionada nas seguintes condições:

- a) ter no mínimo 28 dias de idade;
- b) estar seca ao toque;
- c) não ter tratamento superficial como impermeabilizante, pintura ou qualquer tipo de revestimento.

#### E.4 Amostragem

A inspeção da taipa é visual em toda a edificação com a aferição das características dimensionais e físicas.



## E.5 Procedimento

### E.5.1 Variação dimensional, prumo e alinhamento

Com instrumentos de medida de comprimento e de prumo, realizar pelo menos três determinações de espessura ( $e$ ), afastamento do prumo ( $p$ ) e desvio do eixo ( $a$ ), em pontos distintos das faces de trabalho, conforme ilustrado na Figura E.1.

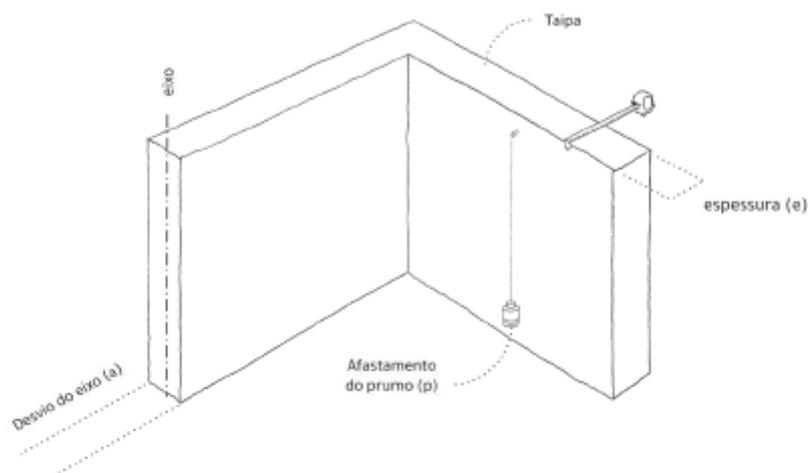


Figura E.1 – Faces de trabalho na taipa para realização da inspeção da variação dimensional, prumo e alinhamento

E.5.1.1 O valor da espessura, do afastamento do prumo e da posição do eixo da taipa deve ser expresso em centímetro (cm).

### E.5.2 Absorção de água por capilaridade

Verificar a existência de manchas provenientes da ascensão de água nas faces de trabalho da taipa.

### E.5.3 Falhas da superfície

Para verificar as falhas da superfície da taipa devem ser realizados os seguintes procedimentos:

- verificar a existência de áreas arrancadas ou desagregadas nas faces de trabalho da taipa;
- medir as dimensões de cada área afetada por meio de instrumento de medida de comprimento;
- fazer uma malha de 5 cm x 5 cm (fita adesiva, laser, entre outros) em cada área afetada e medir a profundidade da falha da superfície nas interseções desta malha por meio de instrumento de medida de profundidade conforme ilustrado na Figura E.2.

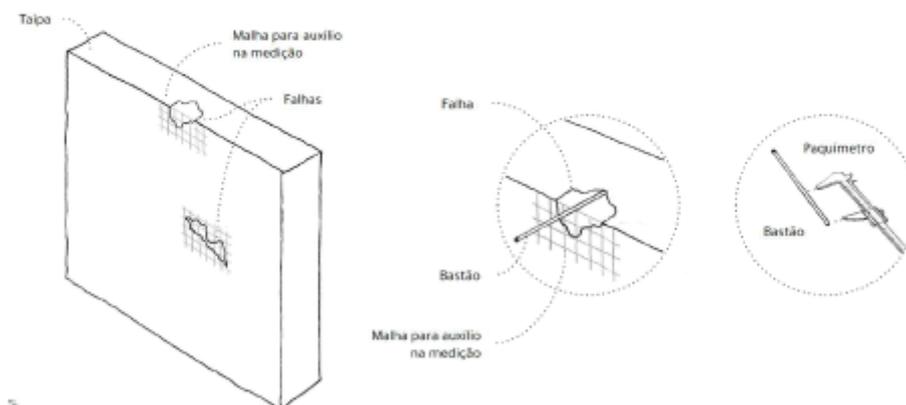


Figura E.2 – Procedimento para medição da profundidade da falha de superfície na taipa

E.5.3.1 O valor da área de falha da superfície da taipa é a somatória das áreas individuais de falhas encontradas nas faces de trabalho da taipa, em décimo de unidade, expressa em  $m^2$ .

E.5.3.2 O valor da profundidade da falha da superfície da taipa é o maior valor encontrado durante a medição e deve ser expresso em mm.

E.5.3.3 O percentual de desagregação da falha da superfície da taipa é o valor encontrado em E.5.3.1 dividido pela área total da taipa e deve ser expresso em %.

E.5.3.4 O percentual de profundidade da falha da superfície é o valor encontrado em E.5.3.2 dividido pela espessura da respectiva taipa e deve ser expresso em %.

#### E.5.4 Fissuras

Para verificar a ocorrência de fissuras na taipa devem ser realizados os seguintes procedimentos:

- medir cada abertura de fissura por meio de instrumento de medida de abertura de fissura e expressar em mm;
- medir a extensão de cada fissura por meio de instrumento de medida de comprimento e expressar em mm;
- realizar a somatória da quantidade das fissuras encontradas nas faces de trabalho da taipa e expressar em unidades por cada  $m^2$  de taipa inspecionada.



#### E.6 Relatório da inspeção

Deve conter:

- a) identificação da taipa inspecionada, inclusive do tipo de estabilizante, caso usado na mistura, e idade da taipa;
- b) data de realização e registro da forma de execução da inspeção, podendo-se usar fotografias ou desenhos;
- c) espessura e área da taipa inspecionada;
- c) descrição de eventos não previstos no decorrer da inspeção;
- e) variação dimensional da espessura, prumo, alinhamento horizontal, registro de ocorrência de manchas por capilaridade, áreas e profundidade de falhas da superfície e mapeamento, quantificação de fissuras, percentual de desagregação e de profundidade de falhas. A partir destes resultados, verificar o atendimento aos requisitos 4.3.2 e 4.3.3 desta Norma;
- f) além dos valores das características medidos na inspeção, informar os valores de referência conforme indicados em 4.3.2 e 4.3.3 desta Norma;
- f) referência à esta Norma.



## ANEXO F

### Determinação da massa específica aparente seca in loco (normativo)

#### F.1 Princípio

Este método consiste na determinação da massa específica aparente seca in loco ( $\gamma_c$ ) da mistura compactada durante a moldagem do prisma e a execução da taipa para o controle do seu grau de compactação.

#### F.2 Aparelhagem

A aparelhagem necessária à determinação da massa específica aparente seca in loco ( $\gamma_c$ ) é a seguinte:

- martelo de borracha de diâmetro de 60mm, peso de 330g;
- anel biselado de aço com volume aproximado de 80 cm<sup>3</sup>, conforme Figura F.1;
- balança com capacidade de 0,5 kg, com resolução de 0,01 g;
- espátulas de lâmina flexível com aproximadamente 10 cm e 2 cm de largura e 12 cm e 10 cm de comprimento respectivamente;
- régua de aço biselada de 30 centímetros;
- aparelho umidímetro tipo speedy e acessórios para a determinação da umidade das misturas.

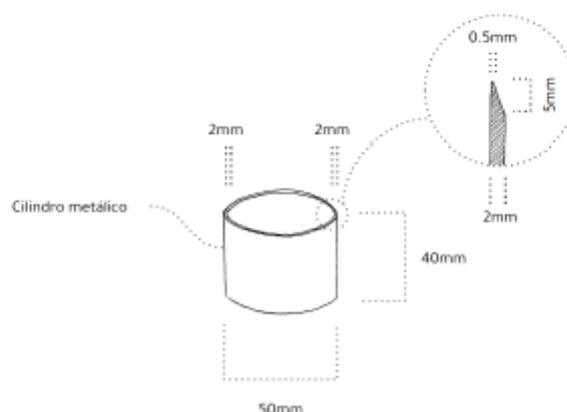


Figura F.1 – Anel biselado de aço



### F.3 Amostragem

A amostra é constituída de um corpo de prova extraído durante a moldagem de prismas ou de três corpos de prova durante a execução da taipa, extraídos em qualquer local da camada recém-compactada.

### F.4 Procedimento

O procedimento para realização do ensaio é o seguinte:

- a) cravar o anel biselado com o auxílio de martelo na mistura compactada;
- b) após a cravação do anel, com o auxílio de espátula, escavar a área circunvizinha para cortar a mistura por baixo do anel, a uma profundidade de no mínimo 2,5 cm abaixo da sua borda inferior;
- c) retirar o anel cravado com a mistura compactada, remover o excesso e rasar ambas as faces da amostra com auxílio de régua biselada. Desprezar o corpo de prova fissurado ou caso o anel não se encontre totalmente preenchido;
- d) determinar a massa úmida do anel cravado com a mistura compactada rasada ( $M_t$ );
- e) remover a mistura compactada do anel e do centro do mesmo tomar uma amostra para a determinação do teor de umidade ( $w$ ) de acordo com a norma ABNT NBR 16097 pelo método speedy;
- f) determinar a massa específica aparente seca in loco ( $\gamma_c$ ) da mistura compactada.

### F.5 Expressão dos resultados e relatório do ensaio

#### F.5.1 Massa específica aparente seca in loco

O valor da massa específica aparente seca in loco ( $\gamma_c$ ) da mistura compactada é calculado pela seguinte equação:

$$\gamma_c = \frac{M_t - M_c}{V_c} \times \frac{100}{100 + w}$$

onde

$\gamma_c$  = massa específica aparente seca in loco, expressa em gramas por centímetros cúbicos (g/cm<sup>3</sup>), com precisão de três casas decimais;

$M_t$  = massa do anel com a mistura compactada, expressa em gramas (g) com precisão de duas casas decimais;

$M_c$  = massa do anel, expressa em gramas (g) com precisão de duas casas decimais;

$V_c$  = volume do anel, expresso em centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>) com aproximação decimal;

$w$  = teor de umidade da mistura compactada, expressa em porcentagem (%) com aproximação decimal.



#### F.5.2 Relatório do ensaio

Deve conter:

- a) identificação do solicitante, do prisma e da taipa, inclusive do tipo e proporção de estabilizante, caso usado na mistura;
- b) data de moldagem do prisma ou da execução da taipa;
- c) valor da massa específica aparente seca in loco;
- d) descrição de eventos não previstos no decorrer dos ensaios;
- e) massa específica aparente seca in loco determinada neste ensaio, massa específica aparente seca determinada em 4.2.1 e grau de compactação determinado em 7.2.2 com verificação do atendimento ao requisito do 4.3.4 desta Norma;
- f) referência à esta Norma.



## ANEXO G

### Determinação da resistência à compressão simples e do módulo de deformação de prismas

(normativo)

#### G.1 Princípio

Este método consiste na determinação da resistência à compressão simples e do módulo de deformação da mistura compactada, este determinado para a análise estrutural da taipa.

#### G.2 Aparelhagem e instrumentação

A aparelhagem e a instrumentação, necessárias à execução deste ensaio, são as seguintes:

- instrumento de medida de comprimento (paquímetro, régua metálica ou trena), com sensibilidade mínima de 0,5 mm;
- máquina de ensaios que satisfaça as condições do C.2, com bases de extensômetros mecânicos instalados nas duas faces maiores do prisma, ou, alternativamente, dois deflectômetros instalados lateralmente, como ilustrado na Figura G.1.

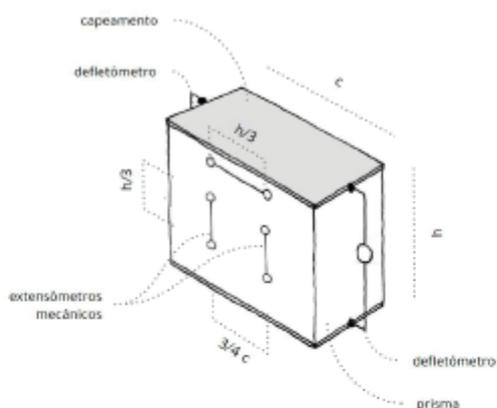


Figura G.1 – Prisma instrumentado com extensômetros e deflectômetros para determinação do módulo de deformação

#### G.3 Amostragem

A amostra deve ser constituída de três a cinco prismas moldados de acordo com o Anexo B.



#### G.4 Preparação dos prismas

Para o ensaio de compressão simples, o prisma deve:

- a) estar visualmente intacto, sem descolamentos ou fissuras;
- b) estar seco ao toque. Caso moldado com mistura adicionada de estabilizante, sem recomendação quanto à idade adequada para a execução deste ensaio, adotar a idade de 28 dias;
- c) estar devidamente identificado e acondicionado em ambiente protegido que preserve suas características originais;
- d) ter as dimensões das faces de trabalho determinadas com exatidão de 1mm;
- e) ser capeado em toda face de aplicação da carga e de apoio, apresentando capas planas e uniformes no momento do ensaio. Para o capeamento, observar as seguintes instruções:
  - 1) executar o capeamento com pasta de cimento ou argamassa cimentícia, com resistência superior à resistência da taipa;
  - 2) garantir o nivelamento das superfícies capeadas;
  - 3) assegurar a espessura da capa aplicada menor ou igual a 3 mm.
- f) neoprene pode ser utilizado para substituição do capeamento.

#### G.5 Procedimentos

Os procedimentos para realização do ensaio de compressão de prisma para a determinação da resistência à compressão simples e do módulo de deformação da mistura compactada da taipa devem seguir as descrições do Anexo C da norma ABNT NBR 16814.

#### G.6 Expressão dos resultados e relatório de ensaio

##### G.6.1 Resistência à compressão simples do prisma

G.6.1.1 O valor individual de resistência à compressão simples ( $f_c$ ) de cada prisma é calculado de acordo com a equação de C.6.1.1. e multiplicado pelo fator de correção de 0,875.

G.6.1.2 O valor característico estimado de resistência à compressão simples ( $f_{c,est}$ ) da amostra dos prismas é calculado de acordo com C.6.1.2.

##### G.6.2 Módulo de deformação do prisma ( $E_p$ )

O módulo de deformação de cada prisma ( $E_p$ ) é calculado pela seguinte equação:

$$E_p = \frac{(\sigma_{40\%} - \sigma_{2\%})}{(\epsilon_{40\%} - \epsilon_{2\%})}$$

onde:



$\sigma_{40\%}$  é a tensão correspondente a 40% da tensão de ruptura estimada, expressa em megapascals (MPa);

$\sigma_{5\%}$  é a tensão correspondente a 5% da tensão de ruptura estimada, expressa em megapascals (MPa);

$\epsilon_{40\%}$  é a deformação específica correspondente à tensão  $\sigma_{40\%}$ ;

$\epsilon_{5\%}$  é a deformação específica correspondente à tensão  $\sigma_{5\%}$ ;

$E_p$  é o módulo de deformação do prisma, expresso em megapascals (MPa).

### G.6.3 Relatório do ensaio

Deve conter:

- a) identificação do solicitante;
- b) identificação da amostra e de todos os prismas;
- c) data de moldagem e de preparo dos prismas;
- d) data de realização e registro da forma de execução dos ensaios, podendo-se usar fotografias ou desenhos;
- e) descrição de eventos não previstos no decorrer dos ensaios;
- f) descrição da composição das misturas e do tipo e respectivas proporções de estabilizantes, se houver;
- g) resistências individuais e característica dos prismas com verificação do atendimento aos requisitos do 4.2.2 desta Norma;
- h) módulo de deformação individual dos prismas, além dos gráficos de carga x encurtamento ou tensão x deformação específica (nos casos de emprego de extensômetros);
- i) referência à esta Norma.