

DRIES VAN EIJK

**RESTAURO DE TAIPA DE PILÃO – ASPECTOS DE MATERIAIS, TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS, PATOLOGIAS E RESTAURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Vicente Custódio Moreira de Souza, Ph.D.

Niterói, RJ
2005

DRIES VAN EIJK

**RESTAURO DE TAIPA DE PILÃO – ASPECTOS DE MATERIAIS, TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS, PATOLOGIAS E RESTAURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Engenharia Civil.

Aprovada em junho de 2005

BANCA EXAMINADORA

Prof. Vicente Custódio Moreira de Souza, Ph.D. (orientador)
Universidade Federal Fluminense

Nelson Pôrto Ribeiro, D.Sc.
Universidade Federal do Espírito Santo

José Simões de Belmont Pessôa, D.Sc.
Universidade Federal Fluminense

Niterói, RJ
2005

À Paula

AGRADECIMENTOS

Ao terminar este trabalho gostaria de externar meu agradecimento a todos aqueles que contribuíram, de alguma maneira, para a sua realização. Gostaria de agradecer, em especial:

À minha namorada que sofreu comigo em todos os meus momentos de desespero, mas sempre me motivou a terminar este estudo.

Aos meus pais, Guus e Truus, pelo apoio financeiro e pela confiança na minha caminhada de vida que, às vezes, parece invisível. E à minha querida irmã, Klaartje, quem sempre está lá para me ouvir.

Aos professores da Universidade Federal Fluminense que de alguma forma colaboraram para a minha formação, em especial ao professor e orientador Vicente Custódio Moreira de Souza, que me ajudou a acreditar na realização deste trabalho.

Aos integrantes do Grupo Casarões, pela colaboração e apoio. Ao Mateus, ao Luiz da Guia pela ajuda nas conclusões, à Andréa pela ajuda nas correções na parte do estudo de caso, à Kelly, à Elke e à Jeanne, pela ajuda e amizade.

Aos colegas de mestrado, em especial ao Hugo Pontes, Miguel, Marcela Santana, Mônica, à Vanessa. Ao Rondiney Ferreira pela ajuda na pesquisa de periódicos.

Ao Renato por me convidar tantas vezes ao seu lar me fazendo sentir como se estivesse em minha própria casa. Ao Alexandre Mascarenhas pela amizade, o convite de fazer remo e na ajuda das fontes bibliográficas.

Ao professor Protasio Ferreira e Castro, pelo auxílio no momento em que eu mais precisei: o primeiro semestre.

Às funcionárias do mestrado, em especial à Cássia, que sempre me fez sorrir e à Clarice por me explicar muito da cultura brasileira e por resolver os problemas burocráticos.

Ao André Luiz Moreira de Sousa pela ajuda nas traduções, pois sem ele jamais seria possível a conclusão de todo este trabalho.

Ao Gustavo pela amizade e por ter me explicado tanta coisa sobre Brasil e em geral com a maior paciência possível.

À Maria Auxiliadora Afonso Alvarenga e todos os participantes do curso em Petrópolis que foi talvez aquilo que me deu a maior força a acreditar no futuro da arquitetura de terra no Brasil.

Ao Helio Dias da Silva pelo fornecimento de catálogos das três conferências sobre arquitetura de terra mais recentes na América do sul.

Ao João Alberto pela amizade e por ter me acompanhado durante a minha visita a Perinópolis.

Ao Mario Mendonça Oliveira e Karina da UFBA pelo fornecimento da tese da Rosa Amélia Flores Fernandez.

À Nicolina Ferucali do ICCROM pelo auxílio na aquisição de muitos artigos que fazem parte da bibliografia desta dissertação.

À Charu Chaudhry que me forneceu as fotos da região do Himalaia Ocidental.

À arquiteta Bartira Bahia pela orientação na vistoria da Igreja Matriz de Nossa Senhora do Rosário e pela disponibilização de material fundamental à elaboração do Capítulo 7: o estudo de caso. Ao engenheiro Walter Vilhena Valio pelo tempo despendido em explicações na área da consolidação de estruturas. Ao chefe Paulo Sérgio Galeão e ao arquiteto Silvio Cavalcante do escritório técnico “14ª Superintendência” do IPHAN de Pirenópolis.

À Capes, pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
SUMÁRIO.....	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	10
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	12
LISTA DE TABELAS	15
ABREVIações.....	16
RESUMO.....	17
ABSTRACT	18
1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Considerações iniciais.....	20
1.1.1 Objetivos gerais	20
1.1.2 Objetivos específicos	20
1.2 Justificativa	21
1.3 Relevância.....	22
1.4 Metodologia	22
2 ORIGEM E DEFINIÇÃO	24
2.1 Origem das palavras “Taipa de Pilão”	24
2.2 Origem onomatopaica da palavra “Taipa”	25
2.3 A difusão da palavra “Tapia” e seus equivalentes	25
2.4 Origem de “taipa de pilão” como um método de construção	26
2.5 “Tapia” em sentido de medida	26
2.6 Taipa de pilão como argamassa.....	27
2.7 Definição.....	28
3 DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE TAIPA.....	30
3.1 Cob	31
3.2 Taipa de pilão comum	33
3.3 Formigão	34
3.4 Taipa de pilão reforçada	36
3.5 Taipa valenciana	37
4 DIFUSÃO.....	39
4.1 China	40
4.1.1 Muralhas de Ping Yao.....	41
4.1.2 A Muralha da China	43

4.1.3	Armazéns de Tulou, Tianluokeng	45
4.1.4	Potala Palace, Lhasa	45
4.2	Índia.....	47
4.2.1	Os Himalaias Ocidentais.....	47
4.3	Europa.....	49
4.3.1	Península Ibérica	49
4.3.2	França.....	49
4.3.3	Inglaterra.....	57
4.3.4	Alemanha.....	59
4.4	Estados Unidos	61
4.4.1	Geneva, N.Y.	61
4.4.2	New Brunswick, N.Y.....	62
4.5	Brasil.....	64
5	PATOLOGIAS	73
5.1	Erosão	73
5.2	Fissuras	76
5.3	Deslocamento.....	78
5.4	Eflorescência	79
5.5	Biológicos	80
5.5.1	Vegetais	80
5.5.2	Fungos e algas	80
5.5.3	Cupins.....	81
5.6	Forças estáticas	83
5.7	Forças dinâmicas	84
6	RESTAURAÇÃO	87
6.1	Introdução à ciência do material terra.....	88
6.2	Cal como um estabilizador de taipa de pilão	89
6.3	Muralha do Taroudannt, Marocco.....	91
6.4	A igreja do Pilar em São João Del Rei, Brasil.....	92
7	ESTUDO DE CASO: MATRIZ DE PIRENÓPOLIS, GOIÁS.....	96
7.1	Histórico.....	97
7.2	Medidas emergenciais.....	99
7.3	Registro das características construtivas.....	100
7.3.1	A fundação, o alicerce e o soco	100
7.3.2	As vergas	103
7.3.3	Os beirais e frechais	104
7.3.4	Os revestimentos	105
7.4	Intervenções estruturais	106
7.4.1	As torres: o batistério e o campanário.....	107
7.4.2	Camarim de formigão.....	109
7.5	Métodos de restauração da taipa	110
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	114
8.1	Conclusões.....	114
8.2	Recomendações para futuras pesquisas.....	116
	BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA	118
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	124
	GLOSSÁRIO	126

ANEXOS	132
Anexo A.....	132

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 3.1 - O TRABALHADOR ATIRA A MASSA, PARA CONSTRUIR A PRÓXIMA CAMADA.	32
FIGURA 3.2 - "LEHMWELLERBAU"	32
FIGURA 3.3 - CONCRETO ROMANO	35
FIGURA 3.4 - "BÉTON DE TERRE" ENCONTRADA NA ARGÉLIA	37
FIGURA 3.5 - FUNDAÇÃO ROMANA DE UM MURO EM BEAUVAIS IV SÉC. D.C.	38
FIGURA 4.1 - DIFUSÃO DA ARQUITETURA DE TERRA	39
FIGURA 4.2 - MODO DE LEVANTAR PAREDES DE TERRA APISOADAS	40
FIGURA 4.3 - A GRANDE MURALHA, UMA SECÇÃO	43
FIGURA 4.4 - AS TÉCNICAS MONOLÍTICAS NAS REGIÕES DA FRANÇA	50
FIGURA 4.5 - REGIÃO LYON/DAUPHINÉ.....	51
FIGURA 4.6 - O PROJETO DO COINTERAUX DENTRO DA ÁREA VERMELHA...	51
FIGURA 4.7 - DE LA VILLE DE NAPOLEON.....	53
FIGURA 4.8 - DE ACIMA É O MÉTODO DO "LYON" E DE ABAIXO É DO "BUGEY"	54
FIGURA 4.9 - "PRANCHA V"	56
FIGURA 4.10 - "PRANCHA VI"	56
FIGURA 4.11 - "PRANCHA V"	56
FIGURA 4.12 - "PRANCHA VII"	56
FIGURA 4.13 - "PRANCHA VI"	57
FIGURA 4.14 - PÁTIO DO COLÉGIO À ÉPOCA DA FUNDAÇÃO DE SÃO PAULO	67
FIGURA 4.15 - ESQUEMA DO "TAIPAL".....	67
FIGURA 4.16 - OS TAPEIROS CONSTRUINDO UMA PAREDE DE TAIPA DE PILÃO.....	69
FIGURA 4.17 - CATEDRAL N. S. DA CONCEIÇÃO DE CAMPINAS, FEITO DE TAIPA DE PILÃO	69
FIGURA 4.18 - TRÊS SEÇÕES HORIZONTAIS DE PAREDES DE TAIPA DE PILÃO ARMADAS.....	72

FIGURA 4.19 - SEÇÃO VERTICAL DE UMA PAREDE DE TAIPA DE PILÃO	72
FIGURA 5.1 - FORTIFICAÇÃO DOS CANTOS ATRAVÉS DE PEDRAS	75
FIGURA 5.2 - EROSÃO LENTA: RESPINGAMENTO	76
FIGURA 5.3 - BOA EXECUÇÃO DE UM MURO DE TAIPA	76
FIGURA 5.4 - FISSURA DEVIDO ÀS MA EXECUÇÃO DA VERGA.....	77
FIGURA 5.5 - SOLUÇÃO DE UMA VERGA DE MADEIRA NAS CASAS BANDEIRISTAS.....	77
FIGURA 5.6 - CARGAS CONCENTRADAS DEVERIA SER EVITADAS.....	77
FIGURA 5.7 - FISSURAS DEVIDO A DEFLEXÃO DA VIGA	77
FIGURA 5.8 - FISSURA DEVIDO A RECALQUE DIFERENCIAL.....	78
FIGURA 6.1 - ESTRUTURA DAS ARGILAS PRINCIPAIS E SEUS DISTANCIAS ENTRE AS LAMELAS.....	88
FIGURA 6.2 - AS LAMELAS DE ARGILAS CONSTITUÍDAS DE MOLÉCULAS DE ÓXIDO DE SILÍCIO	89
FIGURA 6.3 - A CURVA EM BAIXO FOI ACRESCENTADA 6% DE CAL	90
FIGURA 6.4 - PLANTA DO PAVIMENTO TÉRREO DA N. S. DO PILAR, SÃO JOÃO DEL REI (MG)	94
FIGURA 6.5 - PROPOSTA DO REFORÇO DA PAREDE DE TAIPA DE PILÃO	95
FIGURA 7.1 - FRONTÃO E FACHADA NOROESTE DA IGREJA MATRIZ DE N.S. DO ROSÁRIO	96
FIGURA 7.2 - PERSPECTIVA DA IGREJA MATRIZ DE N.S. DO ROSÁRIO.....	97
FIGURA 7.3 - PLANTA BAIXA TÉRREA DA IGREJA MATRIZ DE N.S. DO ROSÁRIO.....	97
FIGURA 7.4 - ALICERCE DE UMA PAREDE DE TAIPA DE PILÃO FEITO DE TERRA BATIDA.	102
FIGURA 7.5 - DISPOSIÇÃO DOS CAIBROS JUNTO AO BEIRAL-COMUN NAS CAPELAS MINEIRAS.	105
FIGURA 7.6 - PLANTA BAIXA DO BATISTÉRIO.....	107

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTO 3.1 – CASAS CARACTERÍSTICAS DA ARQUITETURA DO IÊMEN EM SA'DAH.....	32
FOTO 3.2 - TÉCNICA “ZABUR” NO IÊMEN DO NORTE	32
FOTO 3.3 - "TAIPA DE PILÃO COMUM" EM SIYASA, ESPANA	33
FOTO 3.4 - "TAIPA REAL"	36
FOTO 3.5 - "TAIPA CALICOSTRADA" EM O 'CASTILLO DE LOS VÉLEZ', EM MAZARRÓN.....	36
FOTO 3.6 - "TAIPA VALENCIANA" EM UMA CASA DO SÉCULO XIII NA ESPANHA	37
FOTO 3.7 - MURALHA DA HADRIAN EM ESCÓCIA	38
FOTO 4.1 - UMA SEÇÃO DA MURALHA DE 17,3 M DE COMPRIMENTO DESMORONOU.....	42
FOTO 4.2 - A MURALHA DA CIDADE FAZ UM RETÂNGULO EM TORNO DA CIDADE.....	42
FOTO 4.3 - A GRANDE MURALHA, CHINA.....	43
FOTO 4.4 - ARMAZÉNS DEFENSIVOS (TULOU), TIANLUOKENG, CHINA	45
FOTO 4.5 - COMPLEXO HISTÓRICA DO PALÁCIO POTALA, LHASA, TIBET, CHINA.....	46
FOTO 4.6 - IDEM	46
FOTO 4.7 - PAREDES DE TAIPA DE PILÃO COM ALICERCES DE PEDRA, SPITI, ÍNDIA.....	48
FOTO 4.8 - PRIEURÉ DE MONTVERDUN (LOIRE) CONSTRUÍDO NO SÉCULO XIII	50
FOTO 4.9 - BAIRRO OPERÁRIO CONSTRUÍDO EM 1882, NO SAINT-SIMÉON-DE-BRESSIEUX.....	50
FOTO 4.10 - FACHADAS DE CASAS DE TAIPA DE PILÃO, BAHNHOFSTRABE, WEILBURG, 1830	59
FOTO 4.11 - CASA EM GOTTSCHERIN, 1768, “LEHMWELLERBAU” OU “COB”...59	
FOTO 4.12 - CASA DE TAIPA DE PILÃO, NORDERSTR. 1, MELDORF, ALEMANHA, 1795.....	60

FOTO 4.13 - PRÉDIO DE TAIPA DE PILÃO: HAINALLEE 1, WEILBURG, ALEMANHA, 1828.....	60
FOTO 4.14 - CASA DO SÍTIO DO MIRIM.....	69
FOTO 4.15 - DETALHE.....	69
FOTO 4.16 - IGREJA DA NOSSA SENHORA DA BOA MORTE, GOIÁS, GOIÁS ...	71
FOTO 4.17 - MATRIZ DE NOSSA SENHORA DO PILAR, OURO PRETO, MINAS GERAIS.....	71
FOTO 5.1 - FENDAS NA MURALHA DE TAROUDANNT, MOROCCO	74
FOTO 5.2 - EROSÃO NO SOCO DA MURALHA DE TAROUDANNT, MOROCCO.	74
FOTO 5.3 - EROSÃO NO SOCO DA CASA BANDEIRISTA “CALU”	75
FOTO 5.4 - ANTIGO MURO DE TAIPA DE PILÃO NA REGIÃO DE LAGOA DOURADA- MG	78
FOTO 5.5 - EFLORESCÊNCIA EM UMA PAREDE COM MURAIAS NA INDIA	79
FOTO 5.6 - BURACO ABERTO PELO CUPIM EM UMA PAREDE DE TAIPA, TAUBATÉ.....	81
FOTO 5.7 - BURACO ABERTO PELO CUPIM EM UMA PAREDE DE TAIPA.....	81
FOTO 5.8 - OS CAMINHOS DE CUPINS SUBTERRÂNEOS FEITOS DE TERRA, FEZES E SALIVA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FOTO 5.9 - SEQUÊNCIA DO COLAPSO DA MATRIZ DO PILAR EM OURO PRETO	84
FOTO 5.10 - IDEM	84
FOTO 5.11 - DETALHE DE MACIÇO APÓS O COLAPSO DA ESTRUTURA.....	85
FOTO 5.12 - O COLAPSO DO FRONTISPÍCIO DA IGREJA DE N.S. DA ABADIA EM GOIÁS.....	85
FOTO 6.1 - A CATEDRAL BASÍLICA DE N. S. DO PILAR, SÃO JOÃO DEL REI (MG)	92
FOTO 7.1 - ESCORAMENTO TIPO 1	100
FOTO 7.2 - CANTARIA ABAIXO DO NÍVEL DO TERRENO.	102
FOTO 7.3 - PROSPECÇÃO NO “CAMARIM” MOSTRA O ALICERCE DE “FORMIGÃO”	102
FOTO 7.4 – BALDRAME DA SACRISTIA.....	102
FOTO 7.5 - VERGAS QUEIMADAS (INTERIOR DO CONSISTÓRIO)	103
FOTO 7.6 - PORTA EXTERIOR DA SACRISTIA: UM ARCO ABAULADO.....	103
FOTO 7.7 - VERGAS DA PORTA LATERAL ESQUERDA, ACIMA DO ARCO DE TIJOLOS	104
FOTO 7.8 – PORTA LATERAL ESQUERDA	104
FOTO 7.9 - BEIRAL DO CONSISTÓRIO	105
FOTO 7.10 - REVESTIMENTO COM ARAME DE FERRO (DA INTERVENÇÃO DE 1996-’99).....	106

FOTO 7.11 - REVESTIMENTO DO CONSISTÓRIO, CONSIDERADO ORIGINAL.	106
FOTO 7.12 - NOVAS TRAVES PARA A CONSOLIDAÇÃO DAS TORRES	108
FOTO 7.13 - COLOCAÇÃO DA NOVA TRAVE; TRAVAMENTO NO NÍVEL DA BALDRAME.....	108
FOTO 7.14 - UMA NOVA TAIPA PARA APOIAR NOVA BALDRAME.....	109
FOTO 7.15 - MOLDE PARA FAZER O PILARETE	109
FOTO 7.16 - DESMONTE DAS PAREDES DO CAMARIM	110
FOTO 7.17 - INJEÇÃO DAS FISSURAS NA TAIPA	110
FOTO 7.18 - IMPREGNAÇÃO DAS MADRES.....	110
FOTO 7.19 - CAMA DE MADEIRA ABAIXO DA TAIPA QUE SEJA DESMONTADO	111
FOTO 7.20 - ALVENARIA DE TIJOLO ESTÁ SENDO RETIRADA.....	111
FOTO 7.21 - REGIÃO ACIMA DO ARCO FICA VAZIA.....	111
FOTO 7.22 - LACUNA ACIMA DA PORTA LATERAL DIREITA	111
FOTO 7.23 - REPARA-SE O USO DE CAL (MACHA BRANCA).....	112
FOTO 7.24 - ESTADO FINAL DA RESTITUIÇÃO DA TAIPA ACIMA DO PORTA LATERAL DIREITA	112
FOTO 7.25 - NIVELAMENTO DAS PAREDES DA NAVE	113
FOTO 7.26 – NIVELAMENTO DAS PAREDES DO ALTAR-MOR.....	113
FOTO 7.27 - MOLDE PARA O CONCRETAGEM DO SUPORTE DOS FRECHAS	113
FOTO 7.28 - CONCRETAGEM	113

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 - OS EQUIVALENTES DA TÉCNICA "COB"	31
TABELA 3.2 - OS EQUIVALENTES DA TÉCNICA "TAIPA DE PILÃO COMUM"	33
TABELA 3.3 - OS EQUIVALENTES DA TÉCNICA "FORMIGÃO"	34

ABREVIACÕES

CRATerre-EAG	Le Centre international de la construction en terre – de l'Ecole d'Architecture de Grenoble (France)
ICCROM	International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (Italy)
ICOMOS	Conselho Internacional de Monumentos e Sítios
IPHAN	Instituto Patrimônio Histórico Artístico Nacional
UFBA	Universidade Federal Bahia
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo fazer um mapeamento de todas as técnicas que constroem estruturas auto-portantes, consistindo principalmente de materiais de terra, formando uma massa homogênea, que obtiveram sua resistência e solidez pelo método de apiloamento e, assim, compuseram um conjunto monolítico. Entre essas técnicas, é a taipa de pilão a mais famosa. Trata-se sua origem, seguindo por uma descrição de cada sub-variante e uma revisão histórica, juntamente com a sua difusão. Continua-se através da relação das patologias que ocorrem com mais frequência, e da simultânea enumeração das suas causas. Um começo de estudo dos materiais usados nas construções de terra, em função da sua conservação, foi realizado. O trabalho baseia-se em grande parte nas publicações da Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra. Esta dissertação é concluída com um estudo de caso único da restauração da igreja do início do século XVIII: Matriz Nossa Senhora do Rosário, em Pirenópolis, Goiás (Brasil).

ABSTRACT

This work aims to map out all techniques used to build bearing structures that consist by the main part of earthen materials, forming a homogeneous mass, obtaining their force and solidity by a tamping method and, thus, shaping a monolithic whole. Among this group of very similar building techniques is the rammed earth the most famous one. This work will treat its origin, following a description of each sub variant and a historic revision together with its diffusion. It will continue listing up the most frequent pathologies occurred, simultaneously with their causes. A start has been made of the study of materials that are used in earthen constructions in order to restore them. The work is based for a significant part on publications of the International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture. This dissertation will be closed with an unique case study of the restoration of the early 18th century church 'Our Lady of the Rosary' – the main church of Pirenópolis, in Goiás (Brazil).

1 INTRODUÇÃO

Uma preocupação internacional sobre o patrimônio mundial no que se refere à arquitetura de terra iniciou-se através da “Primeira Conferência Internacional para a Conservação de Monumentos de Adobe”, realizada em Yazd, Irã, e organizada pela ICOMOS, em 1972. Após ela seguiram-se outra 8 conferências, das quais a última novamente em Yazd, em 2003, chamada “Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra”. Esta última denominação indica um maior entendimento da arquitetura de terra, que consiste de numerosas outras técnicas de construção além de adobe.

Outro movimento internacional no âmbito da conservação da arquitetura de terra é o chamado “Projeto Gaia”, criado em 1989 pelo ICCROM e pela CRATerre-EAG, um projeto que desde 1999 é chamado de “Projeto Terra”, a partir da entrada do Instituto Getty de Conservação.

The main objectives are the conservation of the earth-built architectural heritage, low-cost housing and the industrialisation of earth building production and distribution chains in development contexts (GUILLAUD, 1996, p. 4).

O treinamento de técnicos em manutenção e preservação tornou-se nos últimos anos um componente inevitável em projetos de conservação, em que o papel chave da UNESCO não pode ser desconsiderado.

O foco deste trabalho é, conforme mencionado no título, o estudo da técnica de taipa de pilão. Algumas técnicas, porém, todas usando o apisoamento de terra, podem ser consideradas bastante similares à taipa de pilão. Por este motivo, uma definição desses métodos foi feita para que se chegasse a um estudo mais detalhado e abrangente, eliminando-se quaisquer dúvidas no que diz respeito às

particularidades de cada um deles. Quatro aspectos são abordados nesta dissertação: uma descrição de cada técnica e, eventualmente, a origem de seu antecedente comum, aspectos materiais, as principais patologias e aspectos de restauração.

Não serão abordados aspectos como “programas educacionais”, embora considerados da mais alta importância, assim como “aspectos financeiros” e sua “aplicação atual”, como se vê hoje em dia na Austrália, Estados Unidos e partes da Europa Central, onde podem ser encontrados, entre outros, vários exemplos de projetos residenciais feitos de terra apilada, freqüentemente estabilizados. Apenas para se dar uma idéia, atualmente, em algumas regiões da Austrália, os edifícios modernos de terra apilada correspondem a aproximadamente 20% do mercado de novas construções (EASTON apud HALL, 2003, p. 281).

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1.1 Objetivos gerais

O principal objetivo, de um ponto de vista mais amplo, é oferecer uma revisão geral da taipa de pilão no quadro da restauração. Um estudo com o propósito de aprofundar este antigo e remoto método de construção a fim de esclarecer, entre outras coisas, suas variadas formas de execução e aplicação, assim como as suas patologias mais recorrentes. Através de compilação bibliográfica foi realizado um sumário dos vários aspectos relacionados à área de conservação de arquitetura de terra. Este trabalho pretende oferecer uma boa base de informação para arquitetos, assim como para engenheiros que trabalham com restauração de estruturas de taipa de pilão.

1.1.2 Objetivos específicos

Objetivos específicos são o mapeamento da difusão da técnica de taipa de pilão, estudo da sua origem e mostrar suas formas de aplicação (palácios, casas, muralhas, etc), dependentes em cada caso de ambiente geológico propício, a fim de que se possa fazer uma comparação de problemas similares na área de conservação; um estudo profundo de técnicas semelhantes com o intuito de determiná-las durante o processo de restauração; utilizando os artigos publicados

em conferências internacionais sobre o estudo e conservação de arquitetura de terra, será possível mapear as diferentes patologias que ocorrem com frequência nas mais diversas estruturas, em muitos casos monumentos; a seguir será feito um estudo dos principais materiais, a fim de preservar, conservar ou restaurar os monumentos; concluindo, através de um estudo de caso, mostrar como será restaurada uma estrutura de taipa de pilão no Brasil.

1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo começa pela origem da palavra, que pode ser importante se se quer rastrear o *know-how*, uma vez que, em muitos casos, problemas similares já foram encontrados em outras épocas e em outros lugares. O capítulo sobre a sua difusão tem a mesma razão. É por esse motivo que um centro que oferece acesso adequado a documentação acadêmica e assegura a sua distribuição no campo da conservação de arquitetura de terra é de grande importância. Muitas publicações já estão reunidas na biblioteca da ICCROM, de acesso público, apesar de ainda não estarem disponíveis on-line, o que facilitaria muito a pesquisa. Desta forma, através de consulta on-line, até mesmo alguns documentos do século 18, parte integrante da bibliografia da presente dissertação, foram obtidos no departamento de documentos antigos da Biblioteca Nacional da França.

A justificação para o mapeamento destes métodos similares de construção é de que o *know-how* exato é fundamental para a restauração, especialmente no início do processo, a fase de determinação, mas também ao longo de todo o restante do mesmo, uma vez que o objetivo do restauro é levar a edificação ao seu estado original. A investigação das principais patologias e suas causas é também primordial no processo de restauração de edificações; talvez mesmo o elemento mais importante, já que, através da análise dos erros do passado (principalmente falta de manutenção), e do aprendizado daí decorrente, determinando-se as suas causas principais, pode-se avaliar com mais precisão por onde se deve começar o restauro.

Um início de trabalho foi realizado através da ciência do material terra, aplicada ao âmbito da restauração, objeto do estudo. Consciente de que se tem muito mais o que se aprofundar no tema (ciência do material terra), apenas os aspectos relativos à área de restauração foram estudados.

1.3 RELEVÂNCIA

A contribuição deste trabalho para a Engenharia Civil está na determinação e na compreensão do funcionamento estrutural de edificações antigas feitas de terra, preservadas ou não por algum órgão de patrimônio histórico e artístico, que adotem sistemas construtivos mistos, auxiliando os profissionais da área na correta indicação de quais terapias devem ser adotadas para sanar possíveis problemas estruturais que tais edificações possam apresentar, bem como quais procedimentos devem constar de um plano de manutenção preventiva para impedir que tais problemas venham a ocorrer novamente na edificação.

1.4 METODOLOGIA

Através de um estudo da origem e difusão da técnica de taipa de pilão, e seus similares, será possível rastrear antigos exemplos e, no caso de alguma importância (por exemplo, fazendo parte da Relação de Patrimônio da Humanidade), ocasionalmente podem ser encontrados documentos sobre os processos de restauração, com patologias similares freqüentemente repetidas. Uma pesquisa baseada em estudos publicados em âmbito nacional é, muitas vezes, insuficiente para se fazer uma boa comparação, uma vez que o estudo de conservação de arquitetura de terra começou há relativamente pouco tempo. Por este motivo, em um estudo deste gênero é necessária a consulta de publicações internacionais. Algumas obras clássicas foram consultadas, mas a maioria da bibliografia consiste de artigos.

A dissertação será concluída com um estudo de caso que trata de aspectos estruturais da Igreja Matriz de Pirenópolis (Goiás), e sua consolidação: “Igreja Matriz de Nossa Senhora do Rosário”.

O trabalho será subdividido nas seguintes etapas:

- Capítulo 1: Introdução.
- Capítulo 2: A origem e definição;
- Capítulo 3: Descrição dos tipos de taipa;
- Capítulo 4: Difusão da técnica taipa de pilão;

- Capítulo 5: As principais patologias;
- Capítulo 6: Estudo do material na perspectiva do restauro;
- Capítulo 7: Estudo de caso: Matriz de Pirenópolis (GO);
- Capítulo 8: Recomendações e conclusões.

2 ORIGEM E DEFINIÇÃO

Abordando o tema da “origem”, podem ser entocados cinco aspectos: a origem do termo ‘taipa de pilão’, a origem onomatopaica, a difusão da palavra “taipa”, “taipa” em sentido de uma medida e a origem da técnica. A origem da palavra “taipa” e a origem da técnica ainda hoje são discutidas, sem que se tenha chegado, provavelmente, à última palavra.

2.1 ORIGEM DAS PALAVRAS “TAIPA DE PILÃO”

A denominação da técnica estudada é “taipa de pilão”, expressão que tem a sua origem na língua portuguesa. Começando pelas últimas duas palavras da locução, é o autor português Orlando Ribeiro quem menciona o seu surgimento em sua obra “Geografia e Civilização”. Essas palavras (“de pilão”) são bastante relevantes, já que ainda hoje existe confusão sobre os dois tipos de “taipa”, ambos exportados para o Brasil, de acordo com Ribeiro, e a respeito dos quais a maioria da população, mesmo alguns especialistas, não conhece a diferença exata. Foi a primeira técnica importada, hoje conhecida como “taipa de pilão”, que ganhou o acréscimo das palavras “de pilão”, para fazer a distinção da última técnica importada “pau a pique” ou “sopapo”, que passou a ser chamada de “taipa”, depois que a primeira caiu em desuso. Esta última técnica recebeu também a denominação de “taipa de mão”, e foi provavelmente trazida pelos escravos africanos, o que só enfatiza a necessidade de distinção entre os dois principais métodos de construção de terra no Brasil.

A taipa caiu em desuso no Brasil, suplantada pela casa de pau a pique, ou de sopapo, formada por uma gaiola de madeira revestida de barro atirado de encontro à armação (donde ambos os nomes por que o processo é geralmente conhecido).

Foram os escravos que introduziram e divulgaram esta técnica, de largo emprego na África negra. Embora menos duradoura, é ainda mais rápida e simples que a taipa e foi geralmente adotada em todas as construções rurais humildes por colonos de todas as raças. Em muitos lugares é conhecida também por taipa, e esta confusão mostra como a técnica de importação mais recente se veio sobrepor à mais antiga; para distinguir esta, diz-se taipa de pilão (RIBEIRO, 1961, p. 68, 69).

Agora que a adição das duas últimas palavras foi explicada, resta saber a origem da palavra principal, “taipa”. Não é necessária uma pesquisa muito aprofundada para se chegar ao equivalente espanhol “tapia”. O “Diccionario Crítico Etimológico Castellano e Hispánico” diz, a respeito da palavra “tapia”: o mesmo pode ser dito do português “taipa” e do catalão “tàpia”, que já era documentado em 1169. De mesma forma, por exemplo, a palavra “hormigón” tem o seu equivalente em português “formigão”.

2.2 ORIGEM ONOMATOPAICA DA PALAVRA “TAIPA”

É discutida a origem das três primeiras letras da palavra, Tap!, provavelmente onomatopaica, derivada da ação do apiloamento. Isto é esclarecido pela opinião de que “tapia” encontra as suas raízes onomatopaicas nas palavras “atapì” e “tap”, ambas pertencendo ao dialeto provinciano falado no sudeste da França, ao sul do Loire, significando, respectivamente, “apisoando com os pés” e “argila”, e nas palavras catalãs “atapeir”, significando “tupir” e “tapàs”, com o mesmo significado da moderna “tapia”. Uma observação relevante é que a onomatopéia da derivação arcaica “-ia” é difícil de entender (COROMINAS, 1983, p. 410).

2.3 A DIFUSÃO DA PALAVRA “TAPIA” E SEUS EQUIVALENTES

Encontrada em várias regiões do sul da França: na Gasconha, o sudoeste; na meridional Languedoc; Marselha é mencionada em um documento de 1219; e em 1512 é encontrada nos Baixos Alpes. A palavra espanhola “tapia” já é mencionada como “tâbiya” no século X d.C. pelo viajante oriental Abenhaucal, em sua descrição da Espanha, sendo o vocábulo posteriormente usado pelos marroquinos Idrisí (século XII) e Abenadarí (século XIII). Enraizou-se de tal forma o vocábulo no norte da África que o tunisiano Abenjaldún formou o derivativo árabe “tawwâb”, “aquele

que faz terra apiloada”, e o uso popular que se faz hoje da palavra não ocorre apenas entre os árabes e os berberes do Marrocos e da Argélia, mas em lugares tão distantes como o Egito e o Líbano; e ainda, do árabe passou para o turco “tabiya”, com sentido militar. Todos estes fatos não provam, contudo, a sua origem na língua árabe, porque a letra –p- é difícil de explicar. A palavra “tâbiya” (que é escrita erroneamente como ta’bîya) não tem correspondência em qualquer raiz desta língua; “tabbia” é derivada do catalão (pela regra fonética dialetal deste idioma, “tàpia” é pronunciada como “tàbbia”, na Catalunha ocidental). Fala-se até mesmo de uma origem espanhola pré-romana, no sentido de que poderia o mesmo que a palavra basca “heipe”, que significa “pórtico” ou “claustro”, com terminação ibero-bérbere “ta-” (COROMINAS, 1983, p. 410).

2.4 ORIGEM DE “TAIPA DE PILÃO” COMO UM MÉTODO DE CONSTRUÇÃO

Os romanos já haviam mencionado a técnica, pela expressão latina “parietes formaceae”, como algo tipicamente hispânico, daí não ser de se estranhar que o nome desta invenção hispânica tenha se estendido até aos territórios africanos. Plínio confirma: “Não temos nós em África e na Espanha paredes de terra, conhecidas como paredes “formaceae”? Do fato de que são antes moldadas do que construídas, pelo encerrar-se a terra entre armações de tábuas colocadas de cada lado. Essas paredes durarão séculos, são à prova de chuva, vento, fogo, e são superiores em solidez a qualquer cimento. Até os dias de hoje, a Espanha ainda guarda torres de vigilância que foram erigidas por Aníbal” (PLÍNIO apud COINTERAUX, 1790, p. 6). Esta afirmação é curiosa, já que os romanos tinham já experiência com o método de apiloar materiais de terra, dentro de moldes. Existem em Roma obras de argamassa encaixada e apisoada desde o século III a.C., que mostram os limites das tábuas, assim como as várias camadas da terra apiloada. (WARD-PERKINS apud LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999, p. 80).

2.5 “TAPIA” EM SENTIDO DE MEDIDA

A palavra espanhola “tapia” indica também uma antiga medida de comprimento (e superfície) na Catalunha, equivalente a 0,905 metro. Esta medida aparece citada no livro “Costumbres de la ciudad de Barcelona sobre servidumbres de los predios urbanos y rústicos, llamadas vulgarmente d’em Santacilia”, publicado

em 1481. O livro de Santacília relata que, em tempos antigos, era comum se construir taipa de pilão em blocos, chamados “tapiales”, de 15 pés de comprimento (4,18m) e de 3 pés e 4 polegadas de altura (0,93 m), medidas derivadas da dimensão de 15 tijolos de 0,2786 m (4,18m) de comprimento e 6 2/3 tijolos em altura (0,93 m). Disto resultando um paralelograma com uma superfície de 50 pés quadrados e consistindo de 100 tijolos. Foi estabelecido pela Ordem no. 67 dos “Costumbres de Santacília” que a superfície de 100 tijolos deveria ser igual àquela de um “tapial” (*Encara sepías que cent rajoles deuen pujar d’alt e de lonc, aytant com basta uma tapia de alt e de lonc*, expressão catalã da Idade Média) (BASSEGODA, 2000, p. 195).

Em muitos monumentos históricos foi usado o assim chamado taipal (ou “tapial”, em espanhol), como uma medida em que o monumento é subdividido, como, por exemplo, nas muralhas cuja altura consiste de x vezes a altura do taipal. Em projetos de casas, o primeiro “taipal” mede a altura do peitoril, o segundo a altura das vergas, e o último marca o piso superior.

2.6 TAIPA DE PILÃO COMO ARGAMASSA

Olga Cazalla Vasquez considera, em sua tese de doutorado “Morteros de Cal. Aplicación em el Patrimônio Histórico”, a taipa de pilão uma argamassa islâmica.

Os materiais de terra que podem ser considerados como massa homogênea são as argilas, que funcionam como os ligantes, as areias, como aditivos, e, eventualmente, alguns outros. São exatamente esses outros que podem variar bastante. Por exemplo, têm sido encontrados tijolos e telhas quebrados ou inteiros, pedras, escória de minerais de ferro, pedaços de madeira, tarras, pozolana, etc. Logo, a argamassa em si pode ser considerada um material compósito, no qual a argila tem o papel de matriz, e as areias e agregados graúdos funcionam como agregados (outros materiais compósitos são, por exemplo, o concreto armado ou o poliéster reforçado com fibra de vidro). Mas em muitos casos a argamassa é estabilizada com cal, que é capaz de substituir a argila na função de aglomerante ou ligante. Existem casos em que a fração fina (argila e silte) é não-existente, e ao invés dela encontra-se uma argamassa à base de cal com areia e agregados graúdos, formando, então, um verdadeiro concreto à base de cal, que, quando

compactado e, portanto, perdendo parte de sua tendência natural de fissurar devido à contração, adquire excelentes resistência e dureza (TORRE LÓPEZ, 1996, p. 830).

Este concreto à base de cal já era usado pelos romanos com a denominação de *opus caementitium*, conforme já mencionado, um tipo de argamassa composta pelos mesmos elementos de argamassas de assentamento ou de reboco, com a única diferença que, no caso de argamassa assentamento ou reboco, os agregados não podem ser maiores que as areias, por causa de sua maleabilidade (a espessura das paredes não pode ser comparada com a de argamassas de assentamento ou reboco).

2.7 DEFINIÇÃO

Começando a estudar a técnica de construção de taipa de pilão, percebe-se logo que existem várias outras técnicas, bastante similares, mas com outros nomes, e bastante confundidas com a mesma. Leal inicia o segundo capítulo “Estabilização e conservação das edificações”, do seu livro “Restauração e Conservação de Monumentos Brasileiros”, dizendo que a solução do problema de estabilização e conservação de edifícios começa pela determinação do método de construção adotado. *O problema da estabilização e conservação das edificações é função do sistema construtivo adotado e dos tipos de lesões encontradas, cujas causas cumpre determinar. Nas análises das lesões, como medida preliminar, convém, muitas vezes, retirar, com o devido cuidado, o revestimento para a sua exata apreciação* (LEAL, 1975, p. 30). A justificação para o mapeamento preciso de métodos similares de construção é que o *know-how* exato é fundamental para restaurá-las, fundamental especialmente no início do processo de restauração, na fase de determinação, mas também ao longo do restante do processo, já que o objetivo da restauração é levar a construção ao seu estado original.

A técnica de taipa de pilão pode ser subdividida em várias técnicas similares, que podem ser agrupadas sob um mesmo denominador. Uma definição deste grupo de técnicas pode ser a seguinte: “Todas as técnicas que constroem estruturas auto-

portantes¹¹, consistindo principalmente de materiais de terra²², formando uma massa homogênea, que obtiveram sua resistência e solidez pelo método de apiloamento³ e, assim, compuseram um conjunto monolítico”.

¹ Em geral pode-se dizer que as estruturas auto-portantes de taipa de pilão são estruturas verticais (paredes). No caso de muralhas, portanto, com propósito militar, elas são apenas “self-supporting” e adotam diferentes proporções altura/espessura.

² Materiais de terra são argilas, siltes e areias, que não foram cozidos

³ O processo de apiloar (=apiloamento) pode ser descrito também através dos verbos apisoar, compactar, esmagar, socar ou tupir. Normalmente o processo é executado por uma ferramenta chamada pilão, mas também pode ser executada lançando-se o material manualmente, de uma altura a maior possível, que é o caso do método “cob”.

3 DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE TAIPA

Alguns tipos distintos de taipa de pilão podem ser reconhecidos, conforme já anunciado no Capítulo 2. Não mencionado na definição é o uso de um molde, geralmente feito de madeira, que é, assim mesmo, de suma importância pelo papel fundamental que desempenha no processo de construção. A razão pela qual este aspecto não foi incluído na definição dá-se pela existência de algumas fontes, entre as quais uma em especial relata, sobre o assim chamado método “cob”, que poderia também ser executado sem o uso de fôrmas. Outra fonte fala sobre se usar uma alvenaria de tijolos com a função de molde, tendo a Muralha da China como, talvez, o mais famoso exemplo. Foram achados, também, fundamentos na Assíria feitos de taipa de pilão, e provavelmente sem o uso de qualquer molde.

O capítulo é estruturado começando-se com a variante mais simples, para concluir com a mais complexa. Começando com “cob”, passe-se a “taipa de pilão comum”, “formigão”, “taipa de pilão reforçada” e terminar com “taipa valenciana”. Destas, a “taipa de pilão reforçada” pode ser subdividida em “taipa calicostrada”, “taipa real” e “béton de terre”. A denominação das técnicas, à exceção do “cob”, tem sua origem no artigo de López Martinez “Tapias y tapiales”.

De cada técnica será feita uma descrição, acompanhada de fotos e figuras, dito algo sobre sua difusão e apresentados os seus equivalentes nas línguas mais comuns, se disponíveis.

3.1 COB

Tabela 3.1 - Os equivalentes da técnica “cob”

Português	Espanhola	Inglês	Francês	Alemão
-	-	<i>cob</i>	<i>bauge</i>	<i>(lehm)wellerbau</i>

É necessário notar que esta técnica é considerada uma técnica “úmida”, o que significa que o traço é misturado com água, e não, como ocorre com as outras técnicas de taipa de pilão, usando a umidade natural dos materiais.

No norte do Iêmen, na cidade de Sa’dah, por exemplo, a população local costumava construir as suas casas utilizando este método, que, ao que parece, era exclusivamente aplicado por eles (DOAT, 1996, p. 122). A denominação local para este centenário método de construção é a técnica “Zabur” (MINKE, 1995, p. 141). Os trabalhadores fabricam uma argamassa grossa de terra no sítio, que eles moldam como um anel circundando o perímetro da casa. Repetindo o processo, respeitando um tempo mínimo de secamento, até atingir a altura desejada do edifício. Conforme dito acima, não há necessidade de molde, e este método atinge uma altura de aproximadamente 18 metros.

Usando um solo argiloso, que é misturado com areia, palha e cascas de cereais, é feita a argamassa. Apisoando com os pés, é feito o processo de mistura até que a argamassa atinja uma boa plasticidade. Após a mistura com os pés, a argamassa deve descansar dois dias, para permitir que a palha seja saturada pela água acrescentada, o que torna o material mais homogêneo. Nesse momento, o material pode ser atirado para o alto, na forma de pequenas bolas, para o trabalhador que está sobre a parede, e que vai compactá-lo, formando uma massa homogênea ao atirá-lo sobre a parede ou simplesmente usando seus punhos. Algumas horas após terminada cada camada, incluindo as paredes internas, o trabalhador apisoa fortemente com os pés e conclui a superfície exterior das paredes, após o que, o conjunto necessita mais dois dias para secar.

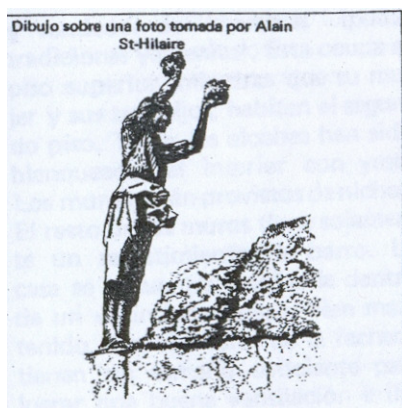


Figura 3.1 - O trabalhador atira a massa, para construir a próxima camada.

Fonte: DOAT, 1996, p. 126



Foto 3.1 – Casas características da arquitetura do lêmên em Sa'dah.

Fonte: <http://archnet.org/library/images/>, 2005

Esse método “cob” pode ser encontrado em regiões do norte dos Estados Unidos, trazido por imigrantes do norte da Europa como uma tradicional técnica inglesa de construção. Usava uma mistura de terra umedecida e palha (PIEPER, 1999, p. 30). Além dos Estados Unidos, e da Inglaterra, essa técnica pode ser encontrada na França, Alemanha e lêmên.

No sudeste da Inglaterra, predominantemente em Devonshire, havia uma tradição de se construírem paredes com o método “cob” desde o século 15, avançando pelo século 19 (MINKE, 1995, p. 141).

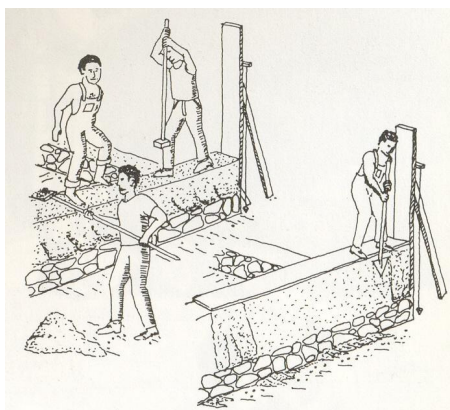


Figura 3.2 - "Lehmwellerbau"

Fonte: MINKE, 1995, p. 141



Foto 3.2 - Técnica “Zabur” no lêmên do Norte

Fonte: MINKE, 1995, p. 142

Na Alemanha foi usada a mesma técnica sob o nome de “Lehmwellerbau” (Figura 3.2) desde a Idade Média, aplicada principalmente na Turíngia e na Saxônia, e ela encontrou um renascimento na Alemanha Oriental (República Democrática Alemã) no período após o fim da Segunda Guerra Mundial.

3.2 TAIPA DE PILÃO COMUM

Tabela 3.2 - Os equivalentes da técnica "taipa de pilão comum"

Português	Espanhola	Inglês	Francês	Alemão
taipa de pilão	<i>tapia</i>	<i>rammed earth</i>	<i>pisé</i>	<i>stampflehm</i>

No Capítulo 2, “Origem e definição”, é introduzida a grande probabilidade da origem da palavra “taipa” ser derivada do som do processo de produção em si: o apiloamento de materiais de terra. Existem duas formas de compactar o material de terra: a estática e a dinâmica. A primeira forma é geralmente menos eficiente do que a última (MINKE, 1995, p. 81).



Foto 3.3 - "Taipa de pilão comum" em Siyasa, Espana

Fonte: LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999, p. 84

Este método de construção não pode, sem exceção, ser aplicado sem o uso de moldes. A espessura de cada camada formada pelo traço lançado no molde é de aproximadamente dez centímetros, e o construtor sabe que está compactado corretamente pelo som que faz o instrumento, o pilão, quando atinge o material. Conforme já mencionado no parágrafo 3.1, a técnica de taipa de pilão somente usa o elemento água na sua forma natural: a umidade que o material contém encontrada como mineral. Normalmente, o material é adquirido escavando-se em solos apropriados, a um palmo de profundidade, a fim de evitar materiais orgânicos. A

respeito do acabamento das paredes, Santos comenta: *o revestimento só podia ser iniciado depois de a taipa bem seca; a secagem exigia pelo menos 4 a 6 meses para paredes de 50 a 60 cm de espessura; ainda mais tempo para paredes mais espessas* (1951, p. 83). Nas Casas Bandeiristas usavam-se o estrume de gado nos revestimentos (SAIA apud ALVARENGA, 1993, p. 31).

O grau desta “água natural” é fundamental, durante a fase de compactação, para lubrificar as partículas e eliminar o maior número possível de poros e interstícios e, conseqüentemente, realizar uma densidade ótima. Este processo é essencial para a resistência e estabilização da estrutura. A quantidade ótima de água depende da composição granulométrica e da energia de compactação: quanto maior a energia, menor a umidade; e se o material fôr muito úmido, pode ser secado por adobe seco ou cal viva (*quicklime*) acrescentado ao traço. Um conteúdo de água de 12% pode ser considerado a “média”, mas este tem de ser sempre inferior ao limite plástico; em uma experiência de restauração do Palácio de Toral de los Guzmanes, o conteúdo de 8,5% de água no traço foi a percentagem que obteve a maior resistência (LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999, p. 79).

Segundo Guillaud *et all* a evolução da técnica do adobe e da taipa de mão para a da taipa de pilão correspondeu a uma lógica melhoria sofrida pelo material utilizado, a terra crua, em várias regiões, pois o aumento de sua densidade e a diminuição de sua porosidade resultantes da alta compressão melhoram significativamente o comportamento da terra (1985, p. 18, 19).

3.3 FORMIGÃO

Tabela 3.3 - Os equivalentes da técnica "Formigão"

Português Formigão	Espanhola hormigón	Inglês <i>roman concrete</i>	Francês -	Alemão -
-----------------------	-----------------------	---------------------------------	--------------	-------------

Roma se situa sobre uma região onde predominam solos arenosos de origem vulcânica. Deste fato resultou a necessidade de que as valas abertas para a construção das edificações fossem revestidas com madeira para evitar desmoronamentos e prover uma fôrma para o concreto (KEAFER, 1998, p. 10).

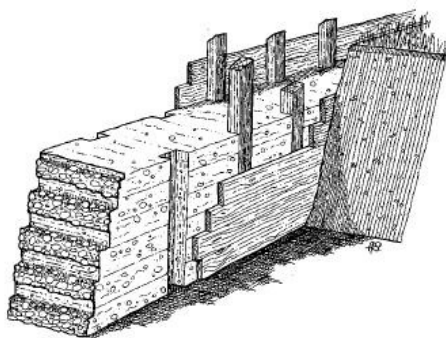


Figura 3.3 - Concreto romano

Fonte: KEAFER, 1998, p. 10

O método “Formigão”, que teve como antecedente o romano *opus caementicium*, conforme já introduzido no parágrafo 2.6, é talvez a variante mais antiga sendo também freqüentemente referido como concreto romano (Figura 3.3). O método definitivamente se encaixa na definição feita anteriormente, mas, apesar disso, é algumas vezes difícil distingui-lo da taipa de pilão “normal”, já que a única diferença está nos agregados. A quantidade de agregados graúdos, isto é, cascalho e seixos, aumenta no caso do método “formigão”; enquanto que na taipa de pilão “normal” a quantidade desses agregados geralmente não excede 5%. Toracca menciona em sua obra “Porous building materials - materials science for architectural conservation”, o concreto romano e seus aditivos cal, pozzolana e tijolos e telhas quebradas. Luís Saia também commenta no seu livro “Morada Paulista” um método de construção semelhante.

Na fazenda São Matias, ... De fato, nestas edificações foi utilizada a alvenaria de pedra (socada em taipais), pau-a-pique... (SAIA, 1972, p. 104, 105).

Uma diferença essencial entre o “formigão” brasileiro e os seus equivalentes espanhol e romano, respectivamente *hormigón* e *opus caementicium*, é a ausência de cal, que funciona como um estabilizador, no formigão brasileiro. Alias, Oliveira cita: *Fazemos também em falta de pedra as muralhas de formigão, a sua matéria é terra e cal dentro dos mesmos taypays como a taypa; a terra para esta obra quanto mais groça, ariente, com mistura de pedrinhas, e cascalho tanto melhor; deve levar ao menos a terça parte de cal... (VELLOZO apud OLIVEIRA, 2002).* No *hormigón* espanhol, cal ou cimento é adicionado como um aglomerante. Quando ambos são

adicionados, dá-se o nome de bastardo (DOAT, 1996, p. 212). Para uma compactação adequada é essencial uma imediata remoldagem, assim como uma inclinação do material a cada interrupção dos trabalhos (LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999, p. 80).

3.4 TAIPA DE PILÃO REFORÇADA

Três métodos bastante similares, já que são todos executados com elevadas concentrações de cal. O primeiro, "Taipa Real", é uma técnica de construção descrita na literatura como encontrável apenas na Espanha, similar à taipa de pilão, com os mesmos ingredientes, mas com camadas adicionais de cal (Foto 3.4). Enquanto que no primeiro método finas camadas de cal são colocadas entre as camadas normais de taipa de pilão, no segundo (Foto 3.5) usa-se cal em forma de prisma, colocada junto ao molde a cada nova camada de terra, seguindo-se o apiloamento do conjunto, e repetindo-se o processo; cada camada tem normalmente uma altura de 10 cm. A função desses prismas de cal é proteger a parede contra as intempéries. Tem a mesma função dos revestimentos de cal tradicionais, apenas são mais eficientes por causa de sua geometria, que propicia uma maior aderência, evitando o deslocamento.



Foto 3.4 - "Taipa Real"

Fonte: BASSEGODA, 2000, p. 199



Foto 3.5 - "Taipa Calicostrada" em o 'Castillo de los Vélez', em Mazarrón

Fonte: LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999, p. 81

A Foto 3.4 mostra fileiras de tijolos que protegem a parede, juntamente com o revestimento entre estas fileiras, provavelmente à base de cal. É semelhante à variante *béton de terre*, que na verdade só é encontrada na Argélia, pelo arquiteto restaurador Youcef Chennaoui, como técnica construtiva das muralhas da cidade de

Cherchell, originárias do século XVI. A variante *béton de terre* usa para o revestimento um traço de cascalho fino (até 10mm), areia e cal. Mas, de acordo com o desenho (Figura 3.4), esse revestimento atinge uma espessura de 10 cm, algo difícil de se verificar na variante “Taipa Real” (Foto 3.4), que parece ser uma camada de menor espessura.

É interessante, talvez, destacar, no quadro da origem da palavra “taipa”, que Chennaoui menciona em seu artigo “que este método “Béton de Terre” era chamado “tabbia”.

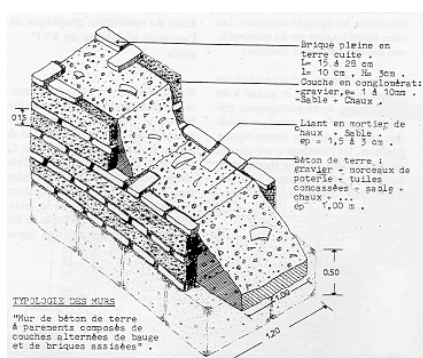


Figura 3.4 - "Béton de Terre" encontrada na Argélia

Fonte: CHENNAOUI, 1997, p. 18



Foto 3.6 - "Taipa Valenciana" em uma casa do século XIII na Espanha

Fonte: LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999, p. 81

3.5 TAIPA VALENCIANA

Deve-se evitar a armadilha de se identificar este tipo de parede com uma parede comum de tijolos (Foto 3.6). A execução deste método se dá colocando os tijolos nos moldes de madeira, após o que o miolo da parede, composto de cascalho e terra, será apiloado. As articulações são um pouco mais largas que o normal, e os tijolos são, às vezes, parcialmente cobertos por argamassa na superfície exterior. O movimento dos tijolos devido ao processo de apiloamento, juntamente com a folga dos moldes, faz com que a argamassa escorra pelas articulações.

Na construção de muros, o concreto romano era em alguns aspectos simplesmente argamassa, utilizada para assentar tijolos nas faces externas dos muros e preencher os vazios entre pedaços de pedra ou tijolos quebrados que eram colocados no espaço entre as faces de alvenaria (KEAFER, 1998, p. 13).

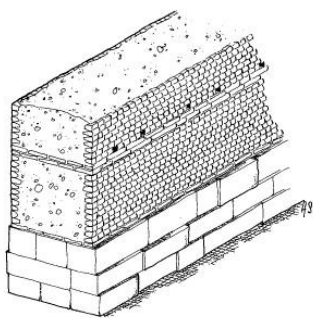


Figura 3.5 - Fundação Romana de um muro em Beauvais IV séc. d.C.

Fonte: KEAFER, 1998, p. 13



Foto 3.7 - Muralha da Hadrian em Escócia

Fonte: <http://whc.unesco.org/>

A aplicação desta técnica pode ser vista em exemplos como a grande muralha da China, Hadrian wall na Inglaterra (Foto 3.7) e as muralhas de Ping Yao. Katinsky cita na sua tese de doutorado “Casas Bandeiristas” uma obra de Júlio César, “Guerra de lãs Galias”, a qual descreve a funcionalidade de uma técnica parecida para a defesa das cidades.

... como tem grandíssima vantagem para a utilidade e defesa das cidades, porque, por um lado, a pedra defende do incêndio, por outra a madeira do ariete, que assegurada por dentro com vigas de uma peça de quarenta pés geralmente, não pode romper-se nem desunir-se (CÉSAR apud KATINSKY, 1976, p. 134).

4 DIFUSÃO

As construções de terra existem desde que a espécie humana começou a se fixar. De acordo com Feitosa, a primeira povoação urbana feita através de estruturas de terra surgiu na Mesopotâmia, por volta de 10000 a.C., e materiais de terra também ergueram as pirâmides. Assim também afirma Minke, em seu livro “Lehmbau – Handbuch, Der Baustoff Lehm und seine Anwendung”, sobre a descoberta de tijolos crus de forma retangular no Turquistão russo, datados do período de 8000-6000 a.C. (PUMPELLY apud MINKE, 1995, p. 13). Os documentos mais antigos encontrados, que abordam o assunto sobre terra apiloada, são os alicerces descobertos na Assíria, que parecem datar de 5000 a.C. (MINKE, 1995, p. 96). Uma vez que pode-se falar de uma estrutura, mesmo sendo somente um alicerce, o exemplo era mencionada, mas o foco deste trabalho é mais nas estruturas verticais acima do nível térreo. Observou, ainda, que a alma da Pirâmide Solar em Teotihuacan, México, construída nos anos 300 até 900 d.C. consiste de dois milhões de toneladas de terra apiloada.



Figura 4.1 - Difusão da arquitetura de terra

Fonte: SERRANO, 1995, p. 30

As construções mais antigas e famosas são feitas de adobe, de tijolos secados ao sol, como o grande Zigue de Agar-Guf, construído durante o reinado de Kizigalzu I (1390-1379 a.C.), no Oriente Médio. Outras regiões onde podem ser encontrados vários testemunhos de arquitetura de terra são o Irã, o Iêmen, Mali e o Marrocos. Explorando um pouco mais o continente asiático, chega-se à famosa Muralha da China, entre muitas outras construções de taipa de pilão, construções estas que algumas fontes dizem constituir a origem da técnica específica de taipa de pilão. Não é de se estranhar que construções, que pertencem ao Patrimônio da Humanidade, tenham origens que podem remontar ao século oitavo a.C., período em que se iniciou a urbanização neste caso específico.

Um breve sumário das mais significativas construções em taipa de pilão ao redor do mundo, cuja maioria faz parte do Patrimônio da Humanidade, vai ser apresentado. As estruturas mostradas são em parte, ou totalmente, feitas através da técnica de taipa de pilão.

4.1 CHINA



Figura 4.2 - Modo de levantar paredes de terra apisoadas

Fonte: SERRANO, 1995, p. 12

4.1.1 Muralhas de Ping Yao

Ping Yao é um pequeno povoado localizado a cerca de 90 km a sudoeste da cidade de Taiyuan, a capital de Shanxi, província chinesa próxima à capital chinesa Pequim. A cidade não é famosa apenas pelas suas bem preservadas muralhas, mas também porque são as mais antigas da China. Ping Yao foi incorporada à relação do Patrimônio da Humanidade da UNESCO em 1996.

A região de Ping Yao foi colonizada pela espécie humana desde a época neolítica. A urbanização não começou antes da dinastia ocidental Zhou (século 11 – 711 a.C.), e somente a partir do rei Xuan (827-782 a.C.) foram construídas as primeiras muralhas de taipa de pilão. Com a implementação do sistema de administrações locais e distritais em 221 a.C., Ping Yao tornou-se a sede de uma administração distrital, papel que continua a exercer. Em 1370, durante a dinastia Ming (1368-1644 d.C.), o imperador Hong Wu ampliou a área existente da cidade, e assim teve de construir novas muralhas; desta feita, muralhas de alvenaria de pedras como revestimento, e terra batida como miolo do conjunto. O perímetro das muralhas é de 6 quilômetros, a dimensão exata para uma cidade desta categoria, de acordo com as prescrições dos Han, tendo à sua disposição seis portões fortificados e 72 massivos bastiões ao longo de sua extensão. As muralhas têm 10 metros de espessura na sua base, adelgaçando-se até atingir 3-5 metros no seu topo; a sua altura varia de 6 a 10 metros.

Os registros históricos de Ping Yao mostram que restaurações foram feitas nos séculos 15, 16, 17 e 19. Desde que as medidas de proteção e restauração da República Popular da China foram estabelecidas em 1979, começou-se uma grande campanha para a restauração e conservação das muralhas e torres da cidade, que não foi completada até 1993.



Foto 4.1 - Uma seção da muralha de 17,3 m de comprimento desmoronou.



Foto 4.2 - A muralha da cidade faz um retângulo em torno da cidade.

Fonte: China Daily of 20 de October de 2004

Fonte: China Daily of 20 de October de 2004

Na tarde de 17 de outubro de 2004 uma parte do Portão Sul entrou em colapso, reportou o “China Daily”.

Um delegado do “Ping Yao County Cultural Relics Bureau”, chamado Gao, disse, numa entrevista pelo telefone, o seguinte: “a seção da antiga muralha parece bem por fora, mas a terra batida por trás da camada de tijolos tornou-se menos compacta, um golpe de vento pode soprar terra seca dos tijolos”^a (China Daily, 2004).

O mesmo Gao relata que, provavelmente, o longo período sem manutenção foi a causa do colapso. Acrescenta que a maior parte da muralha havia sido reparada em anos recentes, à exceção de uma pequena parte.

4.1.2 A Muralha da China



Foto 4.3 - A Grande Muralha, China
Fonte: <http://whc.unesco.org/sites/438.htm>

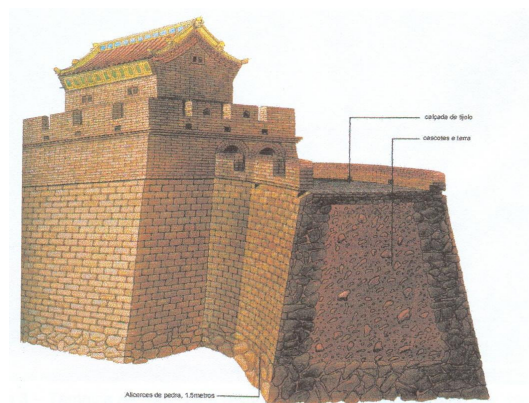


Figura 4.3 - A Grande Muralha, uma secção
Fonte: FREITAS, 2002, p. 29

In c. 220 B.C., under Qin Shi Huang, sections of earlier fortifications were joined together to form a united defence system against invasions from the north. Construction continued up to the Ming dynasty (1368–1644), when the Great Wall became the world's largest military structure. Its historic and strategic importance is matched only by its architectural significance (<http://whc.unesco.org/>, 2005).

Tradicionalmente conhecida pelos chineses como “A Longa Muralha de Dez Mil Li” (10 000 li é igual a 5000 quilômetros), mas mais conhecida entre os europeus como “A Grande Muralha” ou “A Muralha da China” (Foto 4.3 e Figura 4.3), ela é conhecida como a única construção feita por mãos humanas que pode ser avistada da lua.

A Muralha da China, registrada como Patrimônio da Humanidade em 1987, levou aproximadamente 2000 anos para atingir a sua forma final. Alguns períodos e dinastias contribuíram independentemente para a sua construção, até completá-la na forma como é conhecida hoje. Os mais antigos períodos conhecidos são o período Chunqiu (722-481 a.C.) e o período denominado como o dos “Reinos Combatentes” (453-221 a.C.), assim chamado por causa da longa disputa entre sete dinastias rivais pelo poder supremo. Os reinos de Qin, Zhao e Yan erigiram muralhas por volta de 300 a.C. no centro da China contra os bárbaros do norte.

O perigo maior vinha dos Mongóis, dos Turcos e dos Tunguz, o primeiro império das estepes, por volta de 102 a.C., quando 180.000 camponeses soldados foram colocados nos postos de comando de Gansu. Somente após a queda da dinastia Han a construção da Muralha e sua manutenção tiveram fim. Havia sido construída mais uma seção de 1000 quilômetros, mas a necessidade de defesa praticamente não mais existia, por causa da superioridade dos Chineses. Foi a dinastia Ming que continuou a tradição iniciada por Qin Shi Huang em 220 a.C., após a expulsão dos Mongóis. Durante a dinastia Ming uma seção de 5.650 quilômetros já havia sido construída, e a muralha fortificada pelas 25.000 torres e protegida através de 15.000 postos. Foi construída a muralha Badaling, também chamada a muralha interna. Ainda hoje se encontra a norte do Badaling uma cidade, Chadao, com muralhas de terra.

The Badaling Great Wall is one of the walls of the Great Wall built in the Ming Dynasty, also called the inner wall. In areas of Chadao city north of Badaling, some earthen piles and earthen walls could still be found (<http://whc.unesco.org/>, 2005).

O site da UNESCO fornece, além de uma breve descrição de cada monumento, como citado acima, acesso a documentos anteriores referentes aos mesmos. Usa-se um documento do ICOMOS, chamado “Advisory Body Evaluation”, que justifica a inclusão da propriedade cultural proposta para a Relação de Patrimônios da Humanidade, segundo uma série de critérios. O segundo critério diz o seguinte, a respeito da parte de taipa de pilão:

That the great walls bear exceptional testimony to the civilizations of ancient China is illustrated as much by the tamped-earth sections of fortifications dating from the Western Han that are conserved in the Gansu province as by the admirable and universally acclaimed masonry of the Ming period.

A Grande Muralha da China, feita de rochas, tijolos, madeira e taipa de pilão, funcionando como a alma da Muralha, pode talvez ser considerado o maior monumento construído de taipa de pilão.

4.1.3 Armazéns de Tulou, Tianluokeng

Além do uso da técnica da taipa de pilão em uma muralha de defesa contra as populações do norte, ela também pode ser encontrada sob a forma de gigantescos armazéns defensivos construídos pelos povos Hakka, na província de Fujian, na China. É incerta a data de construção, e não há qualquer informação sobre o seu uso atual.

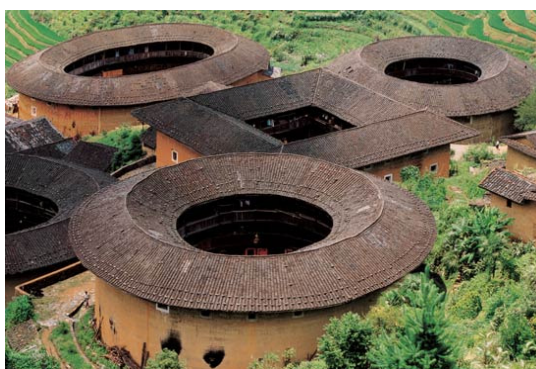


Foto 4.4 - Armazéns defensivos (Tulou), Tianluokeng, China

Fonte: www.icm.gov.mo/exhibition/tc/MArtsE.asp?id=1815

4.1.4 Potala Palace, Lhasa

O Conjunto Histórico do Palácio Potala está na relação desde 1994. Justificado pelo *State Party* como “uma pérola no topo do mundo”, e avaliado como merecedor de inclusão entre as propriedades do Patrimônio da Humanidade:

As “a pearl on the roof of the world”, the Potala Palace embodies the outstanding skills of the Tibetan, Han, Mongol, Man and other nationalities and the high achievements of Tibetan architecture in terms of the overall layout of the Palace as well as its civil engineering, its metalwork, its sculptures, and its wall paintings.

De acordo com os registros históricos, foi Songsten Gampo, da dinastia Thubet, ou Tubo, que iniciou a construção do Palácio Potala, no século 7 d.C., no centro do vale do Lhasa. Foi o quinto Dalai Lama quem reconstruiu o Palácio no século 17, o qual sofreu, a partir daí, repetidas renovações e expansões.

Gampo, que reinou de 609 a 649, desempenhou um importante papel político, econômico e cultural no desenvolvimento do Tibet. Mudou ainda a capital de Lalong para Lhasa, onde construiu o Palácio da Montanha Vermelha. Casou-se com a

Princesa Tritsun (Bhrikuti), da Casa Real Nepalesa, e com a Princesa Wencheng, da dinastia chinesa Tang. Está documentado que o Palácio era um enorme complexo de edifícios com três muralhas defensivas e 999 quartos, mais um no pico da montanha.

A altitude do Palácio é de cerca de 3700 metros acima do nível do mar, e cobre uma área de mais de 130.000 m², com altura de mais de 110 metros. A seção central do Palácio Branco é a Entrada Principal Leste (25,8 m x 27,8 m), onde tinham lugar todas as cerimônias principais, incluindo a consagração do Dalai Lama.

O Palácio Vermelho situa-se a oeste do Palácio Branco. Sua função principal é conter os restos mortais dos Dalai Lamas, mas possui também várias salas Buddha e Sutra (tratamento religioso).

As massivas paredes do Palácio, construídas de terra de pilão e pedra, são trespassadas de portões nas fachadas leste, sul e oeste, e há pequenas torres nos ângulos sudeste noroeste.

O monumento estava na primeira lista dos monumentos nacionais tombados pelo estado em 1961. Como centro político e religioso do Tibet, o Palácio Potala tem funcionado desde o século 17.

Quatro princípios foram estabelecidos pela Lei de Proteção de Relíquias Culturais da República Popular da China, de acordo com cartas internacionais e convenções: preservação de sua forma original, estruturas, materiais e ofícios.

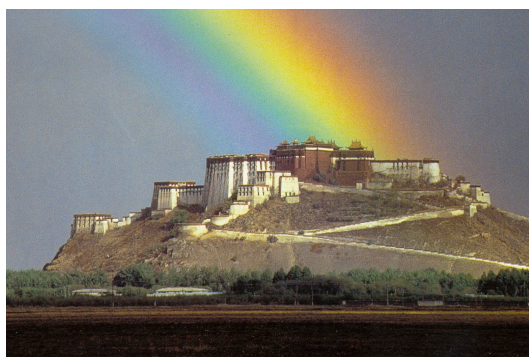


Foto 4.5 - Complexo Histórica do Palácio Potala, Lhasa, Tibet, China.

Fonte: ROWELL, 2003



Foto 4.6 - Idem

Fonte:

<http://whc.unesco.org/sites/707ter.htm>

4.2 INDIA

4.2.1 Os Himalaias Ocidentais

Os Himalaias Ocidentais compreendem as regiões de Ladakh, Nubra e Zaskar (J&K) e Lahaul, Spiti e Kinnaur (HP). É a extremidade das montanhas áridas e nuas dos Himalaias Ocidentais, que demanda muitos esforços da população local para unir os vários elementos em uma harmoniosa relação com a natureza. Existe um relacionamento bastante próximo entre homem, natureza e materiais disponíveis, além do Budismo. A introdução do Budismo ocorreu a partir do século VII nesta região, e está intimamente ligado à sua expansão no Tibete Central e aos contatos que foram estabelecidos com a Índia via Kashmir. As construções principais eram mosteiros, fortes, palácios e casas (residências).

Exércitos chineses e mongóis provocaram, graças às suas atividades na região ao longo do século XII, uma mudança no uso dos mosteiros, de um puramente religioso ao de centro militar. Mosteiros adotaram os morros mais altos como sítios para a construção de suas fortificações, a fim de se protegerem de quaisquer ataques. De acordo com Gupta, o autor de “Conserving the Heritage in Ladakh case study of Basgo temples”, Basgo, uma cidade da região, também sofreu ataques: dos exércitos mongóis, tibetanos e Dogra – o último tendo causado severos danos à estrutura. A partir de 1974, com a abertura à visitação pública, começou a desaparecer a tradição de se construir com materiais disponíveis no local, uma tradição que se manteve, até então, como resultado de seu isolamento geográfico como barreira natural. Até a introdução de materiais “modernos”, como cimento, aço e outras pedras duras, como o mármore, era impossível para a população local construir edificações grandes e importantes com qualquer outro material que não fosse terra. A infiltração desses materiais alienígenas pode ser considerada a razão para o lento desaparecimento de uma harmonia única entre homem, natureza e material.

A terra como material de construção era usada por causa de sua fácil disponibilidade, boa isolamento e propriedades ligantes. A madeira, por outro lado, era rara nesta região, e, portanto, usada apenas em elementos estruturais como vigas ou colunas. Os alicerces eram normalmente feitos de cascalhos e fragmentos,

unidos por uma argamassa de barro. Nenhuma camada impermeabilizante (damp-proof) era aplicada entre o alicerce e a estrutura superior, por causa da natureza árida da região. Não havia ocorrência de cupins, logo nenhum tratamento contra cupins era aplicado.

Nas paredes de taipa de pilão, conforme já mencionado, os alicerces eram em sua maioria de pedras ou alvenaria de pedra britada. *Often, earth is compressed between wooden shuttering planks and the wall is raised layer by layer. This type of construction is very common in the Spiti and Zangskar valleys* (CHAUDHRY, 2003, p.83).



Foto 4.7 - Paredes de taipa de pilão com alicerces de pedra, Spiti, Índia

Fonte: CHAUDHRY, 2003, p. 83

As paredes eram normalmente feitas in situ e tinham uma base mais larga e um topo mais estreito. Essa forma de construção provava-se mais resistente a ações sísmicas e levava a uma maior estabilidade geral. Telhados eram feitos de terra crua colocada em uma malha de ramos de salgueiro, malha esta sustentada por vigas de madeira, que, por sua vez, eram sustentadas por paredes de barro auto-portantes, sem o uso de frechais e colunas de madeira. Os pisos desses mosteiros eram freqüentemente feitos apenas de terra compactada, fenômeno não raro, e, em alguns casos, assoalhados.

A mudança do clima, através de grandes oscilações térmicas e precipitação elevada, levava a diferentes tipos de problema. O primeiro caso (oscilações térmicas) causava um desgaste maior do que o normal das superfícies externas, e o segundo (precipitação) levava ao desenvolvimento de agentes biológicos. Devido à umidade elevada, o vento passava a ter também um efeito maior nas superfícies externas.

4.3 EUROPA

A Europa, já na pré-história, está cheia de praças-fortes e habitações construídas em terra crua. O imperador romano Adriano ergue, no ano 122 d.C., uma muralha de terra crua entre os dois mares para se proteger das invasões vindas da Escócia, como já introduzido no Capítulo 3 como um taipa tipo valenciana.

Existiam obras de taipa espalhada por toda a Europa, até a Rússia. Tem-se obras da época da Idade Média na área rural, como fazendas, e obras com a finalidade defensiva, como castelos e muralhas de cidade.

4.3.1 Península Ibérica

Na Península Ibérica dominada pelos Mouros por quase oito séculos encontra-se, ainda hoje, muitas obras de taipa. O patrimônio nacional da Espanha e Portugal tem ainda obras dessa época. Ribeiro menciona a influência do tempo no seu livro “Geografia e Civilização”.

No interior da Península, pelo contrário, abundam as construções de taipa e tijolo, preservadas mais facilmente num clima menos chuvoso, por um lado, e reparadas segundo técnicas ainda de uso corrente: retomando a comparação com os exemplos apontados, poderão ser citadas, no Sul, as muralhas muçulmanas de Badajoz, Cáceres ou Sevilha (de taipa), e, no Norte, uma autêntica família romântica de igrejas de tijolo, em que se filia o mosteiro dos arredores de Bragança como o seu representante mais ocidental (RIBEIRO, 1961).

Apenas no Sul, por influência muçulmana sobreposta a um antigo substratum peninsular, concorre com a taipa, o adobe e o tijolo, dominantes em grande extensão do Alentejo na arquitetura popular. São de taipa as muralhas meio derruídas do castelo de Alcácer do Sal, as únicas deste material que escaparam à total ruína (RIBEIRO, 1961).

4.3.2 França

Na França, o processo da construção de terra socada é chamado *maçonnerie de pisé*, ou simplesmente *pisé* (SCHMIDT, 1949).



Foto 4.8 - Prieuré de Montverdun (Loire) construído no século XIII

Fonte: JEANNET, 2003, p. 6

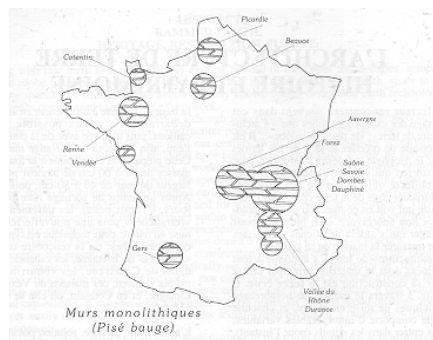


Figura 4.4 - As técnicas monolíticas nas regiões da França

Fonte: JEANNET, 2003, p. 8

A capital da velha Gália, à época chamada “Lugdunum”, e que depois viria a se tornar a cidade de Lyon, foi erigida com as duas técnicas então conhecidas: adobe e taipa de pilão.

Depois, François Cointeraux industrializou a técnica antiga, através a obra “Les cahiers de l'architecture rurale”, escrita em 1790. Foram construídas mais obras como escolas, câmaras municipais, mansões e palácios. Até um bairro operário foi construído em 1882, no centro de Saint-Siméon-de-Bressieux (Isère), a 50 km a noroeste de Grenoble (Foto 4.8). Além disso, deu a obra dele um impulso para o mundo inteiro e foi traduzida numa dezena de países.



Foto 4.9 - Bairro operário construído em 1882, no Saint-Siméon-de-Bressieux

Fonte: DETHIER, 1993, p. 166

Nos departamentos de Ain, do Rhone e de Isère, onde o solo é argiloso e não existem pedras, constroem-se casas de *pisé* com vários pavimentos (SCHMIDT, 1949).

Como nos Estados Unidos, o renascimento das construções de terra na França pré e pós-revolucionária é visto como parte integrante do desenvolvimento da tecnologia moderna de concreto. Como os materiais de terra, as construções de concreto, diz o autor Dethier, tinham sido virtualmente abandonadas nos séculos que se seguiram ao declínio do Império Romano. Desde a Revolução Francesa, a velocidade e economia da construção tornaram-se novas prioridades. O moderno caixão para concreto lançado evoluiu diretamente do trabalho de Cointeraux, dedicado a construções de terra e, em parte, de antigas metodologias de concreto.

François Cointeraux nasceu em Lyon em 1740, e morreu em Paris em 1830. Ao que parece, sua família tinha vínculos com os Rondelet. Ele esteve ativo entre 1770 e 1787, em Lyon, como avaliador de edificações rurais. Exerceu várias profissões, como mestre pedreiro, agricultor e arquiteto. Em 1784, mudou-se para Grenoble, para construir uma casa de alvenaria de pedra “na mais bela praça da cidade”, e depois para Chorges (Alpes), em 1786, onde construiu a sua primeira casa de taipa de pilão à prova de fogo.

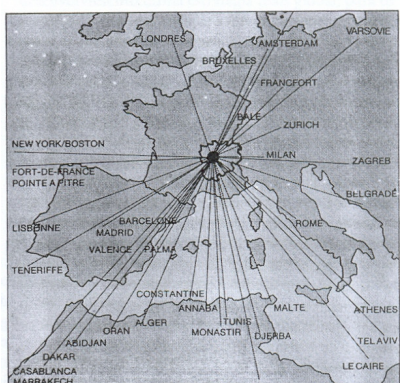


Figura 4.5 - Região Lyon/Dauphiné
Fonte DETHIER, 1993, p. 61

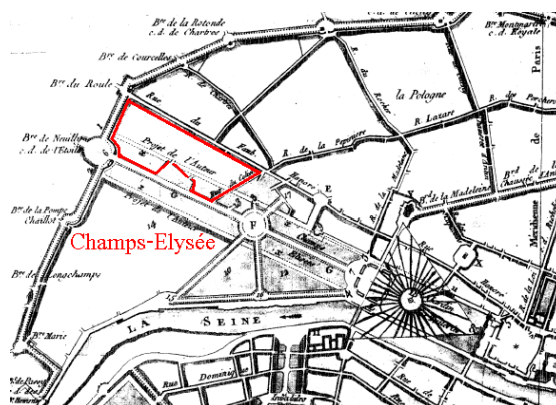


Figura 4.6 - O projeto do Cointeraux dentro da área vermelha
Fonte: COINTERAUX, 1790

Ninguém menos que François Cointeraux participou do concurso da Academia da Picardia, que oferecia uma medalha de ouro a qualquer um que pudesse inventar um método barato de construção rural à prova de fogo. Cointeraux

projetou uma proposta baseada na arquitetura vernacular de terra da região de Lyon/Dauphiné (Figura 4.5), conhecida como *pisé de terre*. Ele teria sido rejeitado por causa de uma conspiração de mestres-pedreiros, mestres-carpinteiros e mercadores de madeira que destruíram o seu modelo. Apesar da sua idéia não ter sido aceita, o seu interesse pelo *pisé* foi definitivamente despertado, continuando vários experimentos, para os quais, no entanto, apoios financeiros eram repetidamente rejeitados. Seus experimentos foram publicados primeiramente num semanário de Dauphiné, dois anos depois do concurso. Por volta de 1789, quatro cadernos haviam sido publicados descrevendo a história do *pisé*, as ferramentas necessárias, a metodologia envolvida e os tratamentos apropriados para as superfícies. As vantagens do *pisé*, segundo Cointeraux, são a sua natureza econômica, sua não-inflamabilidade, sua resistência mecânica, sua atmosfera saudável (seco e quente no inverno, fresco no verão) e sua versatilidade. Com a preocupação de propagar o método, ele passou a se apresentar como professor de arquitetura rural e pediu oficialmente um terreno, que viria a receber em 1792 nos arredores do Champs-Élysées (Figura 4.6). Ali continuaria seus experimentos e construiria a proposta “École d’Architecture Rurale”. Cointeraux era de opinião que deveriam ser construídas mais de 200.000 novas casas de *pisé*, distribuídas por 40.000 aldeias e povoados da França.

Cointeraux foi também chamado em 1808 para erigir as primeiras casas de La Ville-de-Napoleon, La Roche-sur-Yon (Figura 4.7), na Vendeia, que eram efetivamente de taipa de pilão. A idéia era abrigar 15.000 pessoas, mas o projeto foi condenado ao fracasso por causa da queda do Império de Napoleão.

No fim de sua carreira, dedicou-se a áreas como urbanismo, agricultura e economia rural. Em 1808 tornou-se editor e vendedor de seus próprios opúsculos: não menos de trinta e cinco títulos publicados.

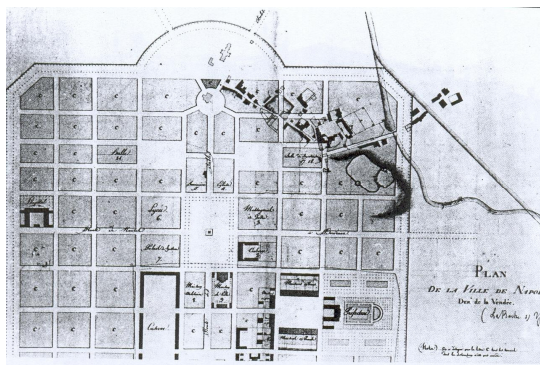


Figura 4.7 - De la Ville de Napoléon

DETHIER, 1993, p. 167

Ele recebeu até mesmo subsídio para transportar pedras, da Bastilha até o antigo Coliseu, necessárias para construir uma casa modelo de taipa de pilão, de acordo com os princípios da arquitetura rural. Em 1794 sua escola de arquitetura rural teve que se mudar, por causa da venda da propriedade, tendo sido novamente fundada na estrada de Paris a Vincennes. No mesmo ano, a comissão formada por Chalgrin, Norry, Raymond e Rondelet decidiu apoiar os cadernos de Cointeraux, “Les cahiers de l’architecture rurale”, junto ao Ministro do Interior: “Este artista respeitável, pelos esforços feitos para desenvolver um segmento da arte da construção, essencial para os agricultores e habitantes do campo, merece ser apoiado”. De 1796 a 1799, uma nova fase em Lyon, inaugurou uma escola nos arredores de Vaise, e entre 1800 e 1802 tentou em vão obter novamente um terreno na *Ile aux Cygnes*, em Paris.

Cointeraux distinguiu dois processos: o “velho pisé” e o “novo pisé”. O velho consistia em comprimir a terra dentro de um molde de madeira que deslizava. O molde tem dois componentes verticais, paralelos: “couté du moule” em francês, ou “taipal”, como os espanhóis o chamavam. O novo processo consiste em elementos moldados de taipa de pilão, montados posteriormente uns sobre os outros, formando uma estrutura vertical.

Além desta distinção, ele fez ainda uma outra em sua obra “Maison de Terre ou Pisé”: a distinção entre os métodos “Bugey” e “Lyon” (Figura 4.8). O primeiro é um método iniciado numa parte de Bugey, dependência da Borgonha, e o outro originou-se na região de Lyon. No momento do concurso da Academia da Picardia,

acima mencionado, Cointeraux pesquisava materiais à prova de fogo. Por este motivo, fez uma viagem de estudos na região e chegou a Grenoble, nas cercanias de Bugey, onde conheceu o método Bugey.

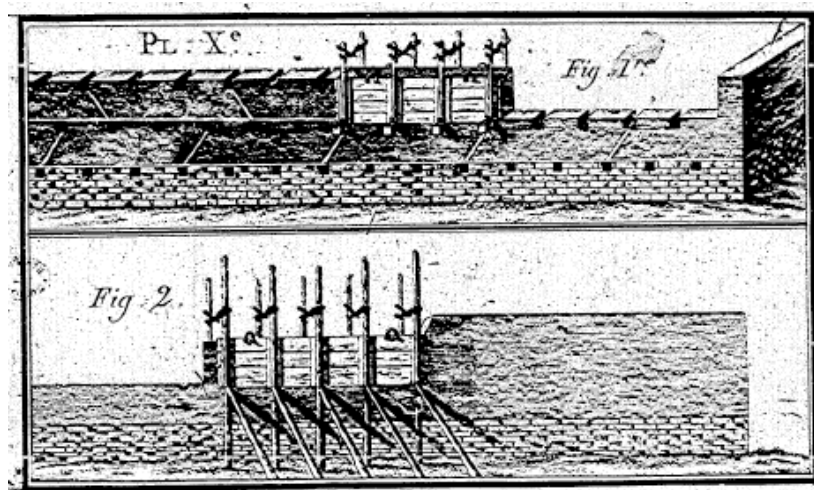


Figura 4.8 - De acima é o método do “Lyon” e de abaixo é do “Bugey”

Fonte: COINTERAUX, 1790

Sobre as diferenças, ele mencionou que o método Bugey produz edificações nunca mais altas do que as do método de Lyon, porque a necessidade de peças inteiras retilíneas de madeira limita o primeiro. Cointeraux acrescenta que é possível elevar edificações até uma altura acima de 36 pés, como a que ele construiu para si mesmo em Lyon, e que era bastante sólida. A vantagem do equipamento Bugey é que ele é rapidamente assentado, enquanto o de Lyon é menor, e por este motivo mais facilmente transportável. O método Bugey é excelente para celeiros, estábulos, firmas. O método Lyon, ao contrário, é mais apropriado para casas com paredes excepcionalmente altas, manufaturas, hospitais, escolas públicas e outras edificações de mesmo porte.

É fácil verificar ainda hoje a larga difusão do tradicional método de construção de taipa de pilão nas planícies de Limagne e Forez, ao longo dos vales do Saône e do Rhône em Bresse. Em 1857 foi publicado um artigo anunciando a proibição das construções com adobe, pois corriam perigo de colapso por causa das enchentes do Rhône. Estruturas de terra formam 15% do patrimônio total da França, e 75% somente na região de Isère.

É difícil precisar quantos documentos foram publicados, pois vários cadernos e atas de conferências saíram publicados em edições múltiplas e combinadas. Apesar da França, àquele tempo, já possuir uma longa história de *pisé de terre*, certamente pode ser confirmada a importância de um primeiro documento que padronizou e codificou o *pisé*. E exatamente esses documentos lançaram a difusão entre um público novo e internacional – literatos, arquitetos profissionais, construtores, e pensadores sociais da época. Sua obra foi traduzida para o inglês, alemão, italiano, sueco, polonês, húngaro e dinamarquês, e continua a ser referência em publicações acadêmicas (DASSLER, 1989, p. 5).

O arquiteto francês Jean Rondelet (1743-1829) foi membro do “Conseil des Batimens Civils”, arquiteto do Coalbrookdale Bridge, inspetor do Panteão Francês, e instrutor de construção na École de Beaux-Arts. Publicou em 1803 “*Traité Théorique et Practique de l’Art de Bâtir*”, em cujo livro segundo incluiu uma longa seção sobre construção *pisé*, abrindo com uma revisão histórica dos monumentos de terra (a Torre de Babel, a torre de Belus, as massivas muralhas da Babilônia, a pirâmide descrita por Heródoto). Rondelet incorporou uma seção descrevendo uma experiência pessoal com a restauração de um castelo de 150 anos de *pisé de terre* em l’Ain, França. Aqui ele concluiu que o *pisé* ali existente era tão duro quanto uma pedra de média qualidade. A conclusão semelhante chegou, um pouco mais tarde, a respeito de casas antigas de *pisé*, que observou terem resistido à ação erosiva dos ventos e intempéries do ar.

J’ai vu, dans le département de l’Isère, des maisons fortes anciennes, construites en pisé, qui n’avaient jamais été enduites à l’extérieur, et qui cependant avaient résisté à toutes les intempéries de l’air...consulter les ouvrages du citoyen Cointeraux, professeur d’architecture rurale qui s’est occupé de ce genre de construction avec beaucoup de zèle et de succès (RONDELET, 1803, p. 237).

Tendo em mente que Cointeraux e Rondelet foram colegas, pode-se presumir que a experiência de Rondelet, juntamente com a atenção dada ao tema por Cointeraux, convenceu o primeiro a incorporar o pisé na sua obra “l’Art de Bâtir”, enquanto é o próprio Rondelet que sugere a consulta à obra de Cointeraux “Le Citoyen COINTERAUX”. Rondelet inclui algumas pranchas em perspectiva (Figura 4.9 e Figura 4.10) de construção em pisé; ao passo que Cointeraux mostra apenas pranchas planas (Figura 4.11, Figura 4.12 e Figura 4.13).

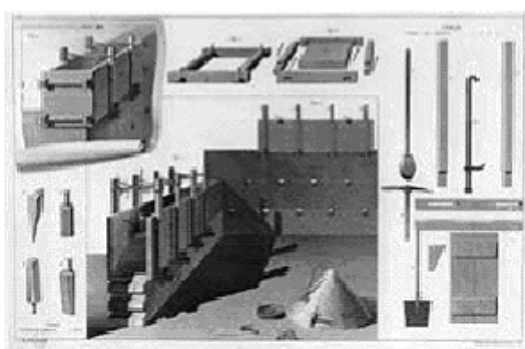


Figura 4.9 - "Prancha V"
Fonte: RONDELET, 1803

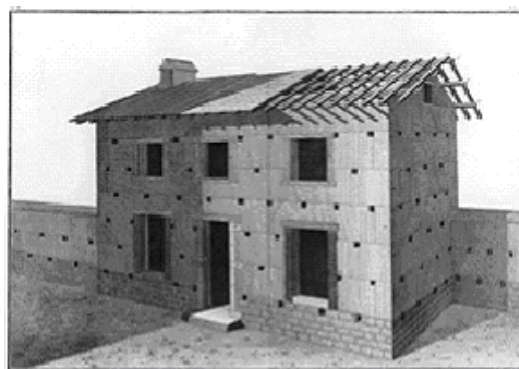


Figura 4.10 - "Prancha VI"
Fonte: RONDELET, 1803

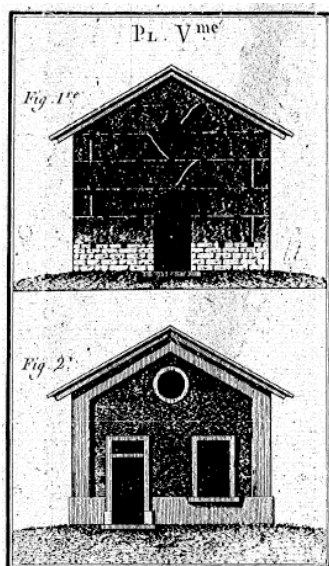


Figura 4.11 - "Prancha V"
Fonte: COINTERAUX, 1790

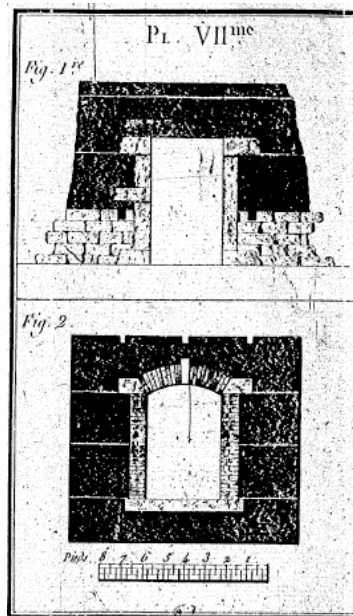


Figura 4.12 - "Prancha VII"
Fonte: COINTERAUX, 1790

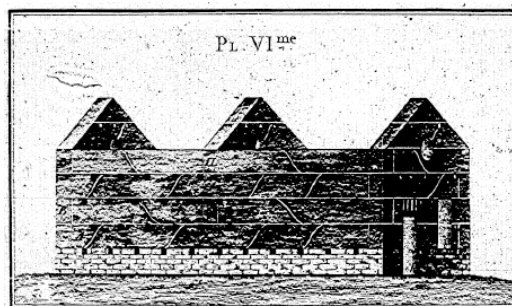


Figura 4.13 - “Prancha VI”

Fonte: COINTERAUX, 1790

4.3.3 Inglaterra

Cointeraux foi convocado pelo prefeito da Sena para construir uma muralha de pisé em torno de Montmartre em 1799. No mesmo ano, contudo, ele deixou Paris pela Inglaterra sob o patrocínio de Philip York, Terceiro Conde de Hardwicke. Esta pode ser considerada a mais direta ligação entre a técnica do pisé e as Ilhas Britânicas, e como consequência a sua tradução para a língua inglesa.

O Conselho de Agricultura da Grã-Bretanha (Board of Agriculture of Great Britain) foi formado em 1792, e quatro anos mais tarde publicou a sua primeira coleção de artigos referentes ao bem-estar da agricultura nas Ilhas Britânicas, apresentados por toda uma gama de profissionais: “Communication to the Board of Agriculture on Subjects Relating to the Internal Improvement of the Country”. O primeiro volume de uma série de dez era dedicado a edificações rurais e casas de campo, e continha um artigo do arquiteto britânico Henry Holland “On Cottages”, no qual resumia as recomendações para a habitação adequada e econômica dos trabalhadores rurais da Grã-Bretanha. Como apêndice, “Pisé, or the Art of Building strong and durable Walls, the Height of several Stories, with nothing but Earth, or the most common Material...” foi acrescentado ao primeiro volume. Uma homenagem a Cointeraux, uma vez que era uma versão condensada de sua obra “École d’Architecture Rurale”; o artigo foi apresentado ao Conselho de Agricultura da Grã-Bretanha. Ele cita ainda Cointeraux no aspecto da “pintura” da parede de pisé, pela aplicação de estuque, para imitar pedras.

No mesmo ano, 1792, o Clube dos Arquitetos, a primeira organização de arquitetos europeus, também se interessou pelo tema, devido ao problema das casas à prova de fogo. Foram realizados vários experimentos em Hans Town (Londres), a fim de testar a resistência dos materiais ao fogo.

Holland (1745-1806) era um respeitado arquiteto britânico do final do século dezoito, conhecido por sua restauração do Carlton House para o Príncipe de Gales, e pelo Pavilhão da Marinha em Brighton; parecia plenamente confiante na construção de *pisé*, e ao mesmo tempo totalmente descontente com o patrimônio vernacular de terra de seu próprio país: *“let us not confound pisé with that miserable way of building with clay or mud mixed with hay or straw, which is often seen in country villages...those wretched huts are built in the very worst manner that could be imagined: whereas pisé contains all the best principles of masonry, together with some rules peculiar to itself”*.

Holland acrescentou ainda traduções de seções referentes a vários aspectos de construções de *pisé*: história, ferramentas, dimensões, o processo de apiloamento e os métodos de teste para a determinação do solo apropriado. Foram incluídas também réplicas de quatro pranchas originais de Cointeraux. Elogiava as casas como sendo fortes, saudáveis e muito baratas; além de mencionar um exemplo de uma construção de 165 anos. De fato, Holland estava totalmente convencido pela obra de Cointeraux, e a julgava mais do que apropriada para os habitantes rurais de todo o Reino Unido. Ele introduziu o *pisé de terre* nas Ilhas Britânicas em 1797, e conseqüentemente nos Estados Unidos, e, mais tarde, sua tradução dos métodos de Cointeraux foi transmitida até à Austrália.

There is every reason for introducing this method of building into all parts of the kingdom; whether we consider the honor of the nation as concerned in the neatness of its villages. The great savings of wood which it will occasion, and the consequent security from fire, or the health of the inhabitants, to which it will greatly contribute, as such houses are never liable to the extremes of heat or cold (HOLLAND apud, DASSLER, 1989, p. 9).

4.3.4 Alemanha

O autor alemão Gernot Minke começa por dizer, em seu livro “Lehmbau – Handbuch, Der Baustoff Lehm und seine Anwendung”, sobre a arquitetura de terra da Alemanha, que materiais de terra têm sido empregados desde muitos milhares de anos, principalmente como material de vedação em construções do tipo taipa de mão. Comenta, mais adiante, usando uma citação de Raw, que Tácito escreve sobre as casas dos Saxões, que as mesmas não eram feitas de pedras ou tijolos, mas tão somente de terra. Como a fonte não menciona forma alguma de construção auxiliar de madeira, aumenta a possibilidade de que se estivesse falando do método de taipa de pilão ou similar. Minke cita a obra de Donat “Haus, Hof und Dorf in Mitteleuropa vom 7.-12. Jahrhundert”: um alicerce de pedra com paredes de taipa de pilão em Weimar poderia datar dos séculos IX ou X. Minke acrescenta que não se pode provar se se trata, verdadeiramente, de uma parede de taipa de pilão ou do método cob. O método cob, conhecido tanto na Alemanha como na Inglaterra, é uma forma massiva ou monolítica de construir, apisoando o traço; como a técnica de taipa de pilão, com a diferença da inclusão de palha. Mais à frente, revela o autor a existência de uma parede de taipa de pilão em Altenburg, perto de Merseburg, datando do mesmo período.



Foto 4.10 - Fachadas de casas de taipa de pilão, Bahnhofstrabe, Weilburg, 1830

Fonte: MINKE, 1995, p. 18



Foto 4.11 - Casa em Gottscheina, 1768, “Lehmwellerbau” ou “cob”

Fonte: MINKE, 1995, p. 15

Nas regiões alemãs da Silésia, Saxônia, Turíngia e Boêmia, este método “cob”, ou, como os alemães o denominam, “Wellerbau”, era muito difundido desde a Idade Média. Havia uma casa de “cob” em Dothen, Turíngia, construída em 1592,

que foi demolida em 1959, depois de mais de 350 anos de existência. Na Saxônia existem ainda hoje várias casas de “cob” em uso. A presumivelmente mais antiga casa de cob da Saxônia está situada em Bernbruch, Kreis Grimma, e foi erguida em 1718; a casa em Gottscheina (Foto 4.11), localizada a noroeste de Leipzig, é, provavelmente, a mais antiga ainda habitada.

Os cadernos de Cointeraux chegaram à Alemanha em 1793. David Gilly, em 1787, ainda propagando o método “cob”, considera, em sua obra de 1797 “Handbuch der Landbaukunst”, o método de taipa de pilão o mais vantajoso. Através da sua propaganda da técnica de taipa de pilão o autor facilita a sua difusão, ainda mais pela sua obra, seis vezes apresentada entre 1797 e 1836, o que causou uma ulterior expansão por outros países europeus.

Minke revela que a técnica de taipa de pilão já era conhecida na Hungria antes da época de Cointeraux e Gilly, e provavelmente também já estava em uso na Saxônia e na Turíngia. Aqui também acrescenta que, sobre os edifícios situados nas já previamente mencionadas regiões, não se pode confirmar que se trata de técnica de taipa de pilão ou de técnica “cob”, porque aos pesquisadores faltava o conhecimento para distinguir as duas técnicas.



Foto 4.12 - Casa de taipa de pilão,
Norderstr. 1, Meldorf, Alemanha, 1795

Fonte: MINKE, 1995, p. 18



Foto 4.13 - Prédio de taipa de pilão:
Hainallee 1, Weilburg, Alemanha,
1828

Fonte: MINKE, 1995, p. 18

O mais antigo edifício habitado em taipa de pilão na Alemanha situa-se em Meldorf (Foto 4.12), e foi construído em 1795 por Herr Boeckmann, que provou que

as casas de taipa de pilão poderiam ser tão à prova de fogo e ecológicas como as casas construídas com o método de taipa de mão.

O mais elevado edifício da Europa Central feito em taipa de pilão é o prédio na rua Hainalle 1, em Weiburg, Alemanha (Foto 4.13). As obras começaram em 1825 e terminaram somente em 1828. A massiva parede de cinco pavimentos em taipa de pilão tem a sua fundação em um porão de um pavimento, e começa com uma espessura de 75 cm, adelgaçando-se até atingir 40cm na parte mais alta do último pavimento. Em Weilburg foram encontradas mais 42 casas habitadas de taipa de pilão, após profundas investigações. A mais antiga foi construída em 1796, e a mais recente em 1830. A Foto 4.10 mostra uma impressão das várias fachadas deste período.

4.4 ESTADOS UNIDOS

4.4.1 Geneva, N.Y.

Ao final do século 19 houve um renascimento de velhas técnicas de construção com terra crua na área em torno de Geneva, N.Y.. O processo iniciou-se com a construção da casa Hemiup, em 1881, àquela época considerada como novidade. Embora houvesse pelo menos treze outras casas de construção semelhante na região de Geneva, N.Y., elas haviam sido construídas entre 1830 e 1850. O autor Dassler questiona em sua obra “Agritecture. Earthen architecture in France, Britain and the United States as recorded in eighteenth and nineteenth century treatises, journals and pattern books” as causas de sua progressiva desaparecimento neste período. A resposta parece residir no desenvolvimento dos cimentos natural e Portland, e no sucesso do concreto estrutural. Acrescenta, como nota irônica, que a tecnologia que foi desenvolvida para trabalhar com materiais de terra no século dezenove é a mesma que substituiu, através do cimento e do concreto, as construções de terra no mesmo século dezenove.

O mesmo autor, Dassler, menciona o encontro em Paris entre o pedreiro francês Cointeraux e o embaixador americano Jefferson, que mostrou interesse em levar a técnica para a América. “*The embassador later told Washington that Cointeraux was not due special consideration when asked to be brought to America* (O’NEAL apud DASSLER, 1989, p. 5).

Entre os métodos de construção monolítica, no campo da arquitetura de terra, que ao mesmo tempo funcionam como sistemas auto-portantes, talvez seja o método “cob” o mais antigo nos Estados Unidos. O método “cob”, tradicional técnica inglesa de construção, usa uma mistura de terra umedecida e palha. A mistura de lama e palha poderia ser levantada como parede com ou sem o uso de uma fôrma (caixão) de madeira. De acordo com Pieper, a mais antiga documentação existente sobre estruturas de terra no estado de Nova York refere-se a duas residências feitas com o método “cob”. A casa Lawrence Johnston (1832 ou 1833) e a casa William Gorse (1836), localizadas a algumas milhas de Penfield, Monroe County, perto de Rochester.

While the Johnston House's wall construction is now obscured by clapboard siding several exposed areas in the interior show that the mixture of mud and straw was placed within wooden wall forms in layers about six inches deep (PIEPER, 1999, p.1).

A pen was built on the ground and clay drawn from a nearby creek bed spread over the ground to a depth of about a foot. On this, cut straw was spread to a depth of three to four inches. Oxen were driven around and around inside the pen to thoroughly mix the ingredients. Plank forms about a foot high were set up on the wall foundations and filled with the clay mixture. As soon as the clay and straw had dried sufficiently to be self-supporting, the forms were raised and another course poured. Floor joists were laid across the walls and another layer poured on top, thus embedding the joists in the wall. When completed a year later, the house was given a thin plaster coat of clay and the interior walls were plastered and kept white-washed (McANN apud PIEPER, 1999, p.1).

4.4.2 New Brunswick, N.Y.

S.W. Johnson, mestre em chancelaria em New Brunswick, começou o seu livro “Rural Economy: Containing a Treatise on Pisé Construction”, com a seguinte frase: “it cannot be expected that in a work of this nature, every idea should be original”. Algo bastante sensato, segundo Dassler, pois todo o seu trabalho em forma e conteúdo era derivado da tradução condensada de Holland das publicações originais de Cointeraux. De acordo com Pieper, Johnson descreve várias edificações

com paredes de terra perto de Trenton, Nova Jersey, com “walls ... twenty inches thick, built of mud and straw, as the English ones are done.” O “Rural Economy” de Johnson foi a primeira tradução americana dos cadernos de Cointeraux. A publicação deste livro no “The American Farmer”, em 1821, resultou numa série de experiências com *pisé* no Meio-Atlântico e no sudeste dos Estados Unidos. O “The American Farmer” publicou uma série de experimentos nas primeiras quatro décadas do século dezenove. Um plantador da Virgínia, próximo a New Canton, John Cocke, noticiou em 1816 o seguinte sobre as suas próprias construções de taipa de pilão: “which have stood perfectly, affording the warmest shelter in winter and the coolest in summer of any buildings of their size I ever knew.” Em Stateborough, Carolina do Sul, foi o Dr. William W. Anderson que fez uma construção de taipa de pilão, uma leitaria de 10’ por 14’, em 1821. Satisfeito com o resultado, construiu uma habitação para os criados da casa em 1823, e, mais tarde, cinco outras construções de taipa de pilão, aparentemente usando o livro de Johnson. As suas edificações foram listadas no “National Register of Historic Places” em 1972, e, juntamente com a igreja construída nos anos 1850, consideradas a maior concentração de edificações de taipa de pilão do leste dos Estados Unidos.

A seguinte citação prova que Johnson não era apenas um acadêmico curioso devotado à vida rural. O seu livro foi em parte baseado em sua própria experiência com construção em *pisé* em Nova Jersey. Um pouco antes de 1805, Johnson construiu uma casa de *pisé de terre* em New Brunswick, Nova Jersey.

Twenty-seven feet long, nineteen feet wide, and fifteen feet high upon the front and rear walls, carrying chamber and loft floors, and capable of bearing great weights and a tile roof. The walls, except for the foundation, are entirely of the commonest soil, taken from a bank by the road side, and, in the regular way of working, would not have cost more than from four to six cents per superficial square foot (JOHNSON apud DASSLER, 1989, p. 11)

O sítio escolhido por Johnson era muito perto do rio Raritan, e sofreu durante o inverno de 1805 uma enchente que ameaçou a sua casa de *pisé*. Embora Johnson não tenha sido bem recebido pela comunidade com os seus novos métodos e materiais de construção, ele provou a consistência da sua edificação por uma completa inspeção estrutural. Resultou numa certificação de integridade

estrutural, submetida à vila de New Brunswick em fevereiro de 1805 e incluiu a carta de Thomas Capner de Nottingham, perto de Trenton, na qual é descrito o primeiro inverno bem sucedido de sua casa de *pisé de terre*. Dassler observa que o texto quase pode ser considerado como uma cópia de Holland, e que metade das pranchas vem diretamente da fonte francesa: Cointeraux's École d'Architecture Rurale – “Primier Cahier”, impressa em 1790. Portanto, pode-se concluir que, com o livro de Johnson, publicado em 1805, a obra de Cointeraux alcançou a costa leste dos Estados Unidos, o estado de Nova Jersey.

4.5 BRASIL

Vários autores confirmam que a técnica de taipa de pilão foi transplantada desde os primeiros tempos da colonização. Assim também Carlos Borges Schmidt, que comenta em sua obra “Construções de taipa” a possibilidade de que a técnica tenha sido empregada pela primeira vez no Rio de Janeiro quando a frota de Martim Afonso de Sousa estava procurando um ponto da costa para estabelecer o núcleo colonizador do Brasil em 1531 (1949, p. 9). O objetivo era levantar uma “casa forte”, e como Martim Afonso ficou somente três meses, o tempo não era suficiente para “construir uma olaria para fabricar telhas, e nem levantar os muros daquela fortaleza em alvenaria de pedra” (FILHO apud SCHMIDT, 1949, p. 9). Esta casa forte somente podia ser feita através da técnica taipa de pilão, assim Filho conclui.

Depois do estabelecimento dos núcleos, para resguardar a posse das primeiras terras tomadas pelos portugueses, surgiram também construções em taipa de pilão com fins militares. Como, por exemplo, no caso de Salvador, onde o governador geral Tomé de Souza mandou fazer primeiramente os muros de pau-a-pique a fim de proteger os trabalhadores e soldados; para a posterior construção das casas seria feito um muro de taipa de pilão grossa. Não somente com o objetivo de se protegerem contra os rivais europeus, mas também contra os povos indígenas, contra os quais haviam provocado um clima de hostilidade pelas tentativas de escravizá-los. Apesar de existirem povoados aliados, cujas aldeias eram localizadas em torno dos estabelecimentos portugueses. Nestor Goulart Reis Filho relata no seu livro “Evolução Urbana do Brasil” que as cidades principais foram construídas nos terrenos mais altos, como Salvador, São Paulo, Rio de Janeiro e Olinda (1968, p. 169). No caso de Salvador o arquiteto fundador recebeu as instruções diretamente

de D. João III, preferindo uma plataforma elevada em relação ao mar, que oferecesse vantagens defensivas. E todas as cidades ao sul do Salvador tinham muros de taipa de pilão (REIS FILHO, 2005). O mesmo livro do autor refere-se aos trabalhos de conservação dos muros em São Paulo, a respeito dos quais em 1575 o procurador do conselho, na época, reclamava do seu estado: “abertos buracos nos muros e portas q.hera grande prejuízo cair os ditos muros”. Os proprietários tinham um mês para consertá-los, depois do que seriam punidos em quinhentos reis pelo conselho (1968, p. 170). A citação de Reis Filho de Affonso de E. Taunay dá a entender a existência de uma segunda cinta de muralhas na cidade de São Paulo (1968, p. 170). No caso da cidade de Salvador os primeiros muros desapareceram para serem depois refeitos, *com maior extensão e complexidade, com os detalhes que vêm referidos por Theodoro Sampaio, na sua História da Cidade do Salvador* (SAMPAIO apud REIS FILHO, 1968, p. 170). Reis Filho os considera como o mais complexo sistema defensivo do Brasil em seu tempo e refere-se às plantas de Frezier e Massé e especialmente ao “Desenho das Fortificações”, que mostra os seus detalhes. Oliveira menciona em seu artigo publicado no “I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra” a altura da muralha de Salvador e destaca o “taipeiro” como um especialista, ou seja, pode-se falar, além de uma introdução de uma nova técnica, também de uma nova profissão ou ofício que surgiu no continente. *Ora, o que foi viável nos primeiros anos que sucederam a fundação da cidade, em 1549, foi a construção de edifícios com barro local e circundado o primitivo núcleo urbano com uma muralha de taipa de pilão de cerca de 17 pés de altura. Para isto tinha a expedição fundadora trazido taapeiros e outros especialistas, como se pode notar nas provisões de pagamento* (OLIVEIRA, 2002). Parece que o novo ofício de taipeiro nasceu em várias partes da colônia ao mesmo tempo, mas somente nos séculos seguintes o estado de São Paulo ficou com a marca de possuir bons taapeiros, uma vez que eles foram contratados em outros estados, como Bahia e Minas Gerais. No mesmo artigo o autor cita uma carta de Luiz Dias, mestre de obras da cidade do Salvador, dirigida a Miguel de Arruda, datada de 13 julho de 1551: *que os portugueses, embora com vivência de África, não contavam com o intemperismo dos trópicos, especialmente da Cidade do Salvador e seu Recôncavo, porque na primeira chuvarada invernal vieram abaixo grandes porções da cortina de pisé que circundava a nova capital* (GARCIA apud OLIVEIRA, 2002). Este mesmo

Luiz Dias avaliou as muralhas como muito altas para taipa sem cal (CARNEIRO apud OLIVEIRA, 2002).

Em 1660 ainda se utilizou este sistema construtivo no Nordeste, conforme atestam documentos como as Atas da Câmara (PUCCIONI e LYRA, 1993, p. 296). Vasconcellos menciona uma casa forte de taipa de pilão na Bahia construída por Caramurú, em 1540, a qual, repara-se, data de antes mesmo da fundação do Salvador (1979, p. 21).

A colonização dos portugueses provocou um confronto entre duas culturas: aquela do povo indígena e a cultura oriunda da Península Ibérica. Começando, no estado de São Paulo, a partir dos meados de século XVI pela ação dos missionários jesuítas nos campos de Piratininga e dos primeiros colonos trazidos por Martim Afonso de Sousa. Foram eles que levantaram as primeiras construções, as quais foram igrejas, salas de aula e dormitórios dos padres e depois as casas dos colonos. Inicialmente emprega-se a técnica indígena, cuja estrutura principal era feita através de madeiras roliças fincadas no chão, a qual suporta uma cobertura de palha. Os programas habitacionais cristãos não toleravam as acomodações promíscuas dos índios e, por esta razão, as técnicas oriundas da Península Ibérica começaram a ser aplicadas nas obras de porte logo em seguida.

Quanto ao sistema estrutural assumido, quase não se perdeu tempo: a taipa de pilão foi imediatamente adotada porque no sítio urbano de São Paulo, ou nas suas proximidades, não havia pedras próprias para a fabricação de cal e daí a impossibilidade de alvenarias em geral (LEMOS, 1999, p. 23).

Não é de se estranhar a escolha do uso da técnica de taipa de pilão na região de São Paulo, porque houve uma deficiência de pedra, e mesmo que a matéria prima madeira existisse em abundância, ainda havia o problema do transporte, as matas fornecedoras de madeira de lei estarem relativamente longe e houve uma carência de ferramentas, mão de obra especializada e a inexistência de caminhos apropriados e de carros para o transporte.

A vila de São Paulo de Piratininga teve início em 25 de Janeiro de 1554 com a construção de um colégio jesuíta (Figura x), pelos padres Manuel da Nóbrega e José de Anchieta, entre os rios Anhangabaú e Tamanduateí; o nome foi escolhido porque

dia 25 de janeiro a Igreja Católica celebra a conversão do apóstolo Paulo de Tharso ([http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Paulo_\(cidade\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Paulo_(cidade))), acessado 28 julho 2005). Este colégio foi feito com objetivo de catequizar os índios na região. Há notícias, segundo Lemos, relatando o uso de taipa de pilão antes da fundação do colégio na vila de Santo André da Borda do Campo, cuja população foi mandada por ordem de Mem de Sá, governador geral da colônia, para os arredores do colégio em 1560. Manoel da Nóbrega pedia, já em 1549, que a metrópole lhe mandasse “oficiais que façam taipa e carpinteiros” (PUCCIONI e LYRA, 1993, p. 296).



Figura 4.14 - Pátio do Colégio à época da fundação de São Paulo

Fonte:

[http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Paulo_\(cidade\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Paulo_(cidade)), acessado 28 julho 2005

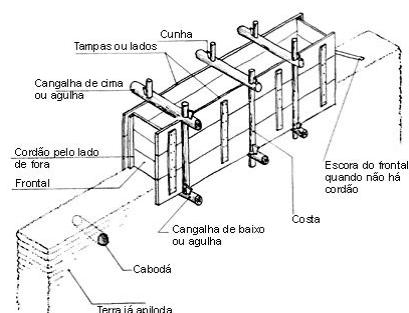


Figura 4.15 - Esquema do “taipal”

Fonte: SCHMIDT, 1946

Lemos relata que as escavações arqueológicas, procedidas por Condephaat em 1977, mostraram fundações feitas de taipa de pilão da igreja Matriz em Cananéia, as quais são as mais antigas taipas de São Paulo.

No caso de São Paulo, considerada por vários autores uma cidade caracterizada pela técnica taipa de pilão, no que diz respeito às construções arquitetônicas do patrimônio cultural, sofreu muito mais demolição do patrimônio do que outras partes do país. A cidade, em seus primeiros três séculos de existência também chamada “Capital dos Fazendeiros”, transformou-se rapidamente em um núcleo urbano moderno através do ciclo do café, que causou uma grande imigração dos países europeus a partir de meados do século XIX. Juntamente com estes imigrantes chegou a arquitetura de tijolo que acabava com as técnicas construtivas de materiais de terra, que haviam dominado a cidade desde a sua fundação. *Negócios e transformação da cidade por onde se procurou rapidamente desfazer os sinais do passado provinciano paulista. Porém, ao romper com sinais que*

lembravam o passado, não fez só demolir a taipa. Ao impor a reconstrução da cidade com tijolos a elite cafeeira fez esquecer o conhecimento do construir com taipa e, sobretudo, relegou as condições sociais para a existência dos taapeiros (PEREIRA, 1993, P. 135). Outro aspecto que discriminava a cidade de São Paulo das outras regiões da Colônia, que rendiam muito mais dinheiro, era o não-uso de escravos. A subordinação de São Paulo em relação à Metrópole, que se enriqueceu durante o ciclo do açúcar e depois com a exploração do ouro das Minas Gerais, causou a continuação do trabalho compulsório do Índio, e assim a cultura existente de elevar edificações de taipa de pilão. Esta cultura, de origem européia, não custava muito, porque usava recursos da própria terra. Além disto pode-se dizer que o estilo arquitetônico característico da técnica de taipa de pilão não possuía tantos detalhes e conseqüentemente não era necessária a mão de obra especializada dos variados ofícios, isso ao contrário, por exemplo, da arquitetura barroca, que se difundiu principalmente nas Minas Gerais. A aprendizagem destes ofícios por escravos tinha uma relação direta com a expansão do comércio colonial e a influência econômica do profissional artesão na vida brasileira, de modo que a divisão do trabalho aumentou e assim surgiram cada vez mais ofícios.

Segundo o documento de Palazzi Zakia, publicado pela Unicamp, houve uma restauração de uma fazenda chamada “Fazenda Lapa”, cujas senzalas estão configuradas numa quadra semelhante à das senzalas dos engenhos cubanos (2005). No Brasil esta configuração é típica da região sudeste, em oposição às senzalas dos engenhos nordestinos que, em geral, ficam alinhadas. *A partir da segundo metade do século XIX, Campinas foi o principal centro produtor de café do país. A cidade contava, à época, com um contingente de 13.412 negros - mais da metade da população da cidade. A maioria deles vivia na zona rural, nas senzalas das fazendas de café* (PALAZZI ZAKIA, 2005). Na cidade de Campinas está situada a famosa Igreja Matriz, Catedral Nossa Senhora da Conceição de Campinas, edificada na fundação da cidade e construída em taipa de pilão (Figura x). *Decidiu-se assim, em 1807, pela construção da Catedral Metropolitana, a ser executada em taipa de pilão, técnica muito usada na época. A obra foi lenta pela insuficiência de recursos, mas afinal, concluída em 1883* (FARJALLAT, 2000). Tombada desde 1988, a Catedral é uma das maiores edificações em taipa de pilão do Brasil e constitui-se numa obra de arte verdadeiramente tocante.

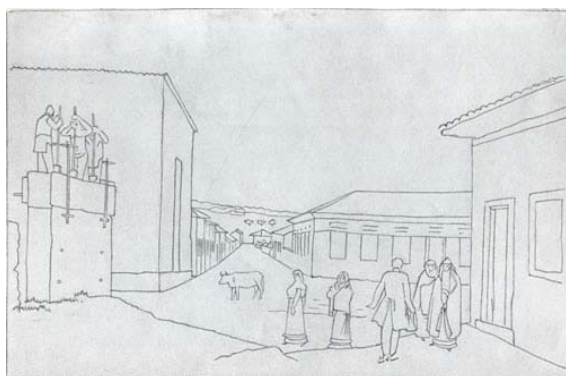


Figura 4.16 - Os taapeiros construindo uma parede de taipa de pilão

Fonte:

<http://www.studium.iar.unicamp.br./18/07.html>

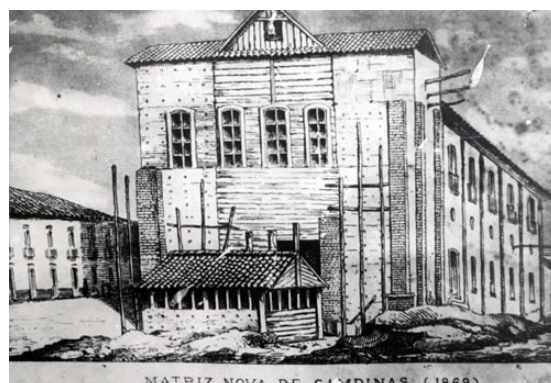


Figura 4.17 - Catedral N. S. da Conceição de Campinas, feito de taipa de pilão

Fonte:

<http://www.studium.iar.unicamp.br./18/07.html>

Luís Saia menciona em seu livro “Morada Paulista” a particularidade da região da sociedade bandeirista de São Paulo. O baixo crescimento de sua economia não interessava ao espírito mercantilista da época, o que causou juntamente com seu isolamento geográfico uma relativa liberdade que levava os colonos a se aventurarem serra acima, chegando a criar condições de desobediência aos delegados de ordens metropolitanos (1972, p. 119, 120). Parece que foi Luis Saia o primeiro a usar a expressão “bandeirista” para designar a produção do mameluco de São Paulo em suas próprias terras, distinguindo-a, assim, de suas obras no sertão, onde buscava escravos e ouro, quando fundou arraiais e construiu à sua moda (LEMOS, 1999, p. 11).



Foto 4.14 - Casa do Sítio do Mirim

Fonte: KATINSKY, 1976



Foto 4.15 - Detalhe

Fonte: idem

Santos comenta em seu livro “A Arquitetura Religiosa em Ouro Preto” uma construção existente em Cabo Frio, que, datando de pelo menos três séculos, foi feita com uma argamassa tão dura, segundo informações fidedignas, a ponto de se

assemelhar ao nosso concreto. A esse respeito, o hábito nesta época era de se usar certos aglutinantes, como por exemplo, o óleo de baleia, que davam à argamassa uma resistência formidável (SANTOS, 1951, p. 83).

As assim chamadas “entradas” estenderam o território brasileiro além dos limites marcados pelo tratado de Tordesilhas (edito do papa de 1494, o “Inter Coetera”), através do estabelecimento de núcleos urbanos na fronteira dos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso e de depósitos em Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Todos eles receberam as características construtivas do estado de São Paulo: taipa de pilão (SAMPAIO, 2003).

A respeito de Minas Gerais, a técnica pode ser encontrada nas igrejas, como nas matrizes mais antigas, ou em residências (VASCONCELLOS, 1979, p. 23). Santos comenta o uso em Ouro Preto, “embora poucos vestígios restem disso” (1951, p. 83). Menciona a igreja de Santa Rita (demolida em 1937), em Sabará, Minas Gerais, utilizando a associação dos sistemas de “esteios de madeira”, também chamados “gaiola”, com o de taipa de pilão. Através de seus telhadinhos chineses, seu emprego de taipa de pilão, além de suas preciosas pinturas de primitivos que lhe ornavam o teto de madeira, essa igreja mostrava um exemplar raríssimo do estilo de transição (LIMA apud SANTOS, 1951, p. 84). Em São João Del Rei foi construída em taipa de pilão a Igreja Matriz entre 1721 e 1750, com embasamento em pedra. A Matriz de Raposos e a Matriz do Pilar de Ouro Preto (Foto x) são outras construções mineiras em terra apiloadas. Vasconcellos acrescenta que a ocorrência desta técnica se encontra mais no norte do Estado, possivelmente por seu maior intercâmbio com a Bahia.

Segundo Telles, a arquitetura colonial edificada em Goiás acompanhou as linhas gerais da casa brasileira vernacular do período, mas apresentava algumas características particulares. Na arte, particularmente nas pinturas de forros e imagens de santos, é possível perceber que a inspiração foi claramente barroca. *Tanto nas construções civis como nas religiosas, a técnica de construção mais generalizada, de começo, foi a taipa de pilão. Simultaneamente, na grande maioria dos casos, e de forma particular na área goiana, usou-se uma ossatura de madeira dupla, interna e externamente. O aspecto geral das edificações era extremamente*

sóbrio, mesmo nas igrejas ou prédios de maiores dimensões e importância (TELLES, 1986, p. 95-97).

Vê-se, portanto, que na região goiana, a técnica da taipa de pilão sofreu algumas adaptações, especialmente com a introdução de estruturas suplementares de madeira, transformando às vezes a terra socada em simples vedado de vãos estruturais.

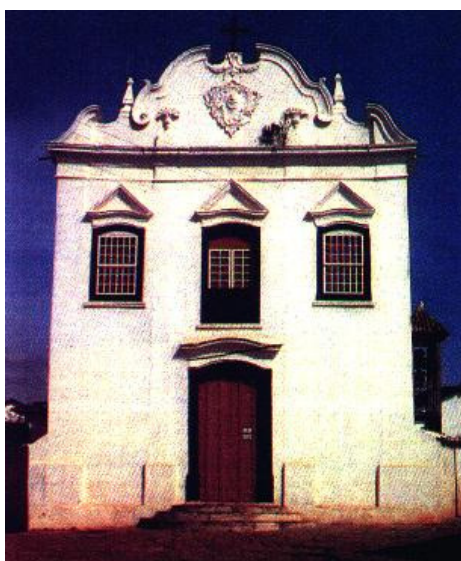


Foto 4.16 - Igreja da Nossa Senhora da Boa Morte, Goiás, Goiás

Fonte: <http://www.ucg.br/flash/Arte.html>, acessado na 28 de julho de 2005



Foto 4.17 - Matriz de Nossa Senhora do Pilar, Ouro Preto, Minas Gerais

Fonte: http://www.cidadeshistoricas.art.br/ouropreto/op_monr_p.htm#r5, acessado na 28 de julho de 2005

Em Goiás existem outros exemplos de construções históricas em taipa de pilão, como as igrejas de São Francisco de Paula, de 1761, a de Nossa Senhora do Carmo, de meados do século XVIII, e a de Nossa Senhora da Abadia, de 1790, situadas em cidades como Goiás Velho e Pirenópolis, antigo arraial Meia Ponte.

Puccioni comenta em seu artigo “o uso da taipa de pilão em construções luso-brasileiras” que apesar a região de Goiás ser rica em pedras e outros materiais próprios para a alvenaria, a taipa teve grande aplicação como sistema construtivo, e que o seu uso pode ser explicado pelo predomínio de paulistas entre os colonizadores. Em Vila Boa de Goiás, acrescenta o mesmo autor, além da Casa de Câmara e Cadeia, as principais igrejas e a maioria das habitações são de taipa (1993, p. 296). Vasconcellos, autor da obra “Arquitetura no Brasil: sistemas

construtivos”, comenta a respeito que, ao se construir uma cadeia aplicava-se uma amarração de madeira, ou como alma ou como revestimento interno para evitar a perfuração do material terra. Assim, acrescenta o mesmo autor que em 1653, por não ter sido possível fazer a cadeia de pedra e cal, ordenava-se “se fizesse de taipa de pilão com vigas de banda de dentro a pau a pique”. A Figura x mostra respectivamente de cima para abaixo: um exemplo de 1628, em São Paulo, outro de 1675, no qual uma outra função exigia as “paredes com vigas bem fortes e que ficassem unidas pela banda de dentro” e como último, ainda em 1717, uma outra cadeia onde foi empregada uma estacada no miolo da parede de quatro palmas de grossura. No caso da cadeia, a armação de madeira deveria evitar a fuga dos presos através de uma boa seção das peças e um espaçamento entre as peças inferior a dois palmos (VASCONCELLOS, 1979, p. 20, 21).

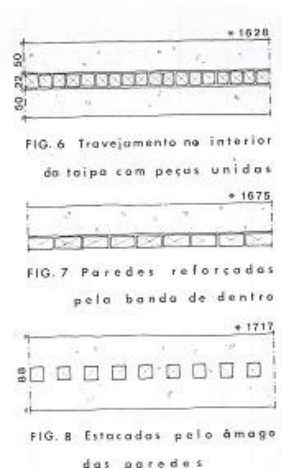


Figura 4.18 - Três seções horizontais de paredes de taipa de pilão armadas

Fonte: VASCONCELLOS, 1979, p. 22



Figura 4.19 - Seção vertical de uma parede de taipa de pilão

Fonte: VASCONCELLOS, 1979, p. 16

5 PATOLOGIAS

Os principais sintomas aparecem como um tipo de degradação do material, principalmente sob a ação da água. A água, em suas mais variadas formas de manifestação, causa diferentes tipos de degradação: erosão, fissuras, deslocamento, eflorescência, degradação biológica, absorção e condensação, a ação de forças dinâmicas e estáticas.

5.1 EROSÃO

Devido ao impacto da precipitação, os materiais de terra começam a se desintegrar, o que configura o processo de erosão. Processos erosivos de longa duração podem causar fissuras que começam a nível superficial, mas que podem terminar por provocar grandes fendas (Foto 5.1). Os pontos mais fracos de uma estrutura são as suas partes inferiores e superiores, onde geralmente começa o processo de erosão. As inferiores por causa do potencial perigo de umidade ascendente devido à capilaridade, causando uma umidade elevada que favorece uma erosão provocada pelo vento, e também do impacto indireto da chuva que cai, gerando o chamado respingamento (Foto 5.2).



Foto 5.1 - Fendas na muralha de Taroudannt, Morocco

Fonte: MESBAH, 2000, p. 267



Foto 5.2 - Erosão no soco da muralha de Taroudannt, Morocco

Fonte: MESBAH, 2000, p. 267

As partes superiores da estrutura apresentam outros aspectos vulneráveis: podem sofrer cargas concentradas geradas por uma estrutura de telhado impropriamente executada, em que uma viga, por exemplo, é colocada diretamente sobre uma parede sem o uso de um frechal. Uma estrutura de telhado impropriamente projetada, com uma extensão (beiral) insuficiente, pode causar uma absorção elevada de água pela parede, provocando modificações do material portante, até a sua total desagregação. A terra apiloadada é usada freqüentemente como material construtivo, para construir muralhas, como as de Taroudannt, no Marrocos, por exemplo. Embora o Marrocos tenha uma baixa precipitação, um longo período de falta de manutenção pode causar fendas profundas. Uma influência menor tem a água na chamada “taipa Valenciana”, que utiliza paredes de tijolos protegendo o miolo de terra da estrutura, um sistema também usado regularmente na construção de muralhas. Estas sofrem mais com a ação do vento que, com o tempo, tira a argamassa de assentamento de entre as fileiras de tijolos e, dessa forma, mina a consistência da estrutura pelo enfraquecimento da compactação do miolo de terra apiloadada. Um bom exemplo deste tipo de erosão é o das muralhas da cidade de Ping Yao, uma parte das quais entrou em colapso em 17 de outubro de 2004.

Como se pôde ver na parte anterior, nos tipos de aplicação na Europa usava-se muito um peitoril de pedra para proteger a taipa contra umidade ascendente do solo, água respingada e contra abrasão.

Vento, partículas carregadas pelo vento, chuva e granizo podem causar abrasão e erosão. No caso de Forte Selden (OLIVER, 2000), as fachadas do Norte sofrem mais: a neve derrete e a umidade evapora mais devagar. Assim, mecanismos de deterioração conduzidos pela água, como os ciclos de resfriamento-reaquecimento, levam as paredes à erosão elevada.



Foto 5.3 - Erosão no soco da casa bandeirista “Calu”

Fonte: KATINSKY, 1976, p. 38

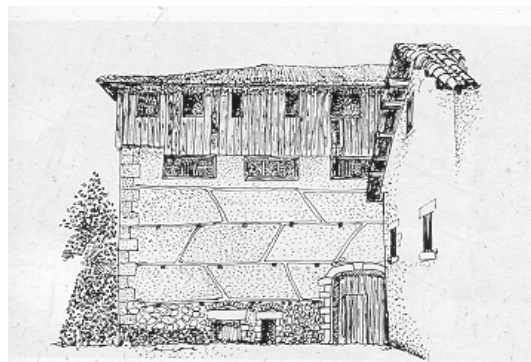


Figura 5.1 - Fortificação dos cantos através de pedras

Fonte: JEANNET, 2003, p. 61

Uma solução francesa contra abrasão humana é mostrada na Figura 5.1: fortificação dos cantos através de pedras. Pode-se ver que os alicerces de pedra sobem até mais ou menos um metro de altura acima do piso térreo e que as ombreiras da porta são também feitas de pedra.

Aguaceiro aumentado ou vento levam as fundações a uma erosão gradual que pode causar problemas estruturais sérios nestes prédios. As fundações são em geral feitas de uma alvenaria de tijolo ou, no caso das Casas Bandeiristas, no Brasil, apenas de taipa de pilão. Muitos prédios históricos são ameaçados de colapso por causa da erosão das fundações, como nos templos de Basgo, situados em Ladakh, Índia (GUPTA, 2003).

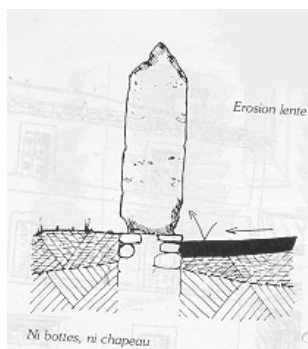


Figura 5.2 - Erosão lenta: respingamento

Fonte: JEANNET, 2003, p. 47

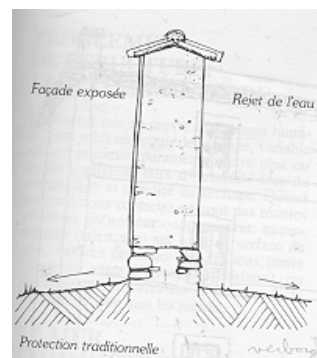


Figura 5.3 - Boa execução de um muro de taipa

Fonte: JEANNET, 2003, p. 47

O experimento Forte Selden (OLIVER, 2000) mostra a influência dos alicerces de uma parede na parte de conservação. O relatório relata que doze das quinze paredes foram testadas através de diferentes tipos de fundação, todos reduzindo a capilaridade da umidade em paredes de adobe e assim reduzindo os efeitos da erosão basal. Duas paredes sofreram pouca ou nenhuma erosão basal e nenhuma umidade acumulada acima do nível térreo: 1) a parede de adobe com alicerces de pedra; 2) a parede de adobe com um alicerce também de adobe e uma drenagem francesa. As paredes com alicerces de adobe foram as mais fracas e esse tipo de fundação foi a primeira que sofreu um colapso no experimento. Mas muitas paredes históricas são feitas sobre fundações de terra, como é o caso das casas bandeiristas; os resultados do projeto indicam que a umidade pode ir sendo reduzida pela instalação das drenagens francesas.

Dreno francês: poço de escoamento preenchido até o nível do chão com pedras soltas ou fragmentos de rocha (CHING, 2000).

5.2 FISSURAS

Pode-se observar na Figura 5.4 a consequência de uma má execução de uma verga. A verga não é suportada pela parede, mas pelas ombreiras, o que causa um ponto de tensão e consequentemente as fissuras. Na sua tese de doutorado “Casas Bandeiristas”, Katinsky mostra uma possível solução brasileira, como ilustrado na Figura 5.5. Aqui se vê que as peças horizontais são maiores que o vão final, ficando encravadas na parede de taipa (no mínimo 14 cm de cada lado).

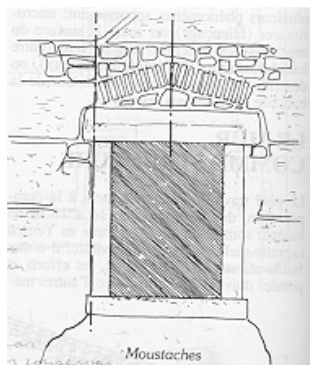


Figura 5.4 - Fissura devido às má execução da verga

Fonte: JEANNET, 2003, p. 50

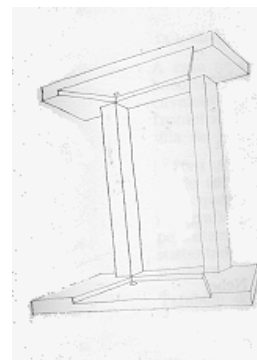


Figura 5.5 - Solução de uma verga de madeira nas casas bandeiristas

Fonte: KATINSKY, 1976, p. 34

As paredes das edificações no Basgo, na Índia, são, em geral, feitas de pedras com argamassa de barro, taipa de pilão ou adobe. Os maiores problemas nas paredes são fissuras estruturais, deformações, erosão profunda, e saliência. No caso em que a viga se apóia direto na parede sem frechal (Figura 5.6), uma carga concentrada é gerada devido às fissuras que emergem a partir da junção da parede com a viga (GUPTA, 2003).

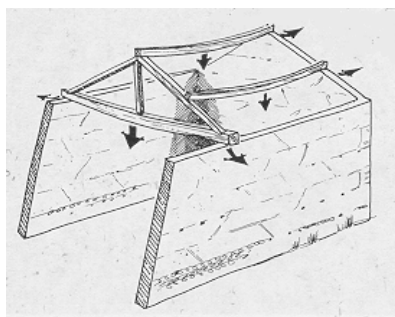


Figura 5.6 - Cargas concentradas deveria ser evitadas

Fonte: JEANNET, 2003, p. 51

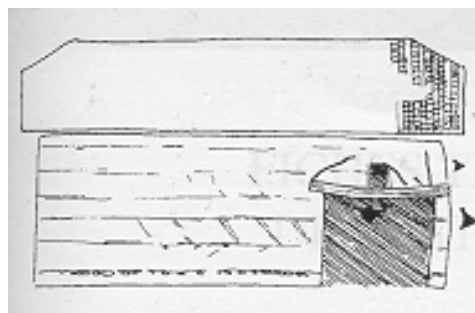


Figura 5.7 - Fissuras devido a deflexão da viga

Fonte: JEANNET, 2003, p. 51

Alguns sais dilatam e contraem nas molhagens e secagens, exercendo pressão nos poros das paredes, causando fissuras e resultando na desintegração do material de barro. Através de um processo semelhante, a umidade pode congelar e descongelar, e exerce pressão enorme nos poros das paredes durante a fase de mudança da água (OLIVER, 2000).

Outro fenômeno é a diferença de aquecimento das superfícies adjacentes devido a uma orientação diferente, o que causa fissuras nas suas bordas.



Foto 5.4 - Antigo muro de taipa de pilão na região de Lagoa Dourada- MG

Fonte: DANGELO, 2002, p. 7

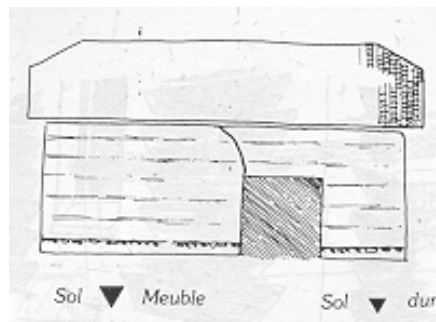


Figura 5.8 - Fissura devido a recalque diferencial

Fonte: JEANNET, 2003, p. 51

O artigo do autor Dângelo (2002) “Subsídios Metodológicos para consolidação e restauro de estruturas em Taipa de Pilão”, publicado no Damstruc 2002, no Rio de Janeiro, mostra trincas verticais que prenunciam um abatimento parcial do plano contínuo do maciço (Foto 5.4).

5.3 DESPLACAMENTO

As argilas, limos e areias são partículas que por si podem absorver mais água do que no estado de tijolos queimados, sendo esta uma propriedade que pode constituir uma grande vantagem, mas ao mesmo tempo pode causar danos se se coloca um reboco que não é tão permeável como a parede e evita a transpiração natural dela. Então a água não consegue sair rápido o bastante, acumulando-se atrás do reboco, que por sua vez perde a sua aderência, vindo a se soltar.

Esse processo traz os seguintes problemas: a) a umidade acumulada em excesso pode causar danos estruturais; b) pode causar deslocamento de reboco; c) no caso das temperaturas abaixo de zero, elas podem causar o congelamento da parede e a dilatação da parte infiltrada pela água e assim deslocamento dos pedaços maiores.

Dilatação dos solos com sulfatos, com oscilações de temperatura, podem também causar deslocamento.

O deslocamento pode ocorrer causado pelo agente chamado condensação, resultado de uma mudança na interação do fluxo térmico e do fluxo hídrico,

provocada pela mudança da temperatura. Uma elevada umidade localizada aumenta o risco de deslocamento de reboco ou pintura (FLORES FERNÁNDEZ, 1995, p. 8).

5.4 EFLORESCÊNCIA

São os sais, que se infiltram na parede tendo a água como meio, que causam eflorescência. Mesmo no caso em que a parede tenha uma boa respiração, as águas evaporam e os sais que ficam para trás na parede causam a eflorescência. O autor Chaudhry revela, em seu artigo intitulado “History, Tradition, Change and Continuity – Description of the Traditional Techniques of Earth Construction in Western Himalayas”, publicado na 9a Conferencia Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra, um caso em que o piso de terra batida era substituído por um piso de cimento impermeável, o que causou que as águas freáticas subissem nas paredes. Nesse caso a água transportou sais através da capilaridade até ao ponto mais frágil, o lugar situado atrás das pinturas artísticas da parede. As águas evaporaram e os sais permaneceram, causando eflorescência (Foto 5.5).



Foto 5.5 - Eflorescência em uma parede com murais na Índia

Fonte : CHAUDHRY, 2003, p. 85

São os sais em excesso que causam eflorescência. A matéria-prima terra, usada para construir paredes de taipa, normalmente já contém certo nível de acidez devido aos sais cloretos, nitratos e sulfatos. Uma amostra de taipa com percentagens entre 0,6 e 0,9% de sais cloretos e nitratos é considerada como tendo um pH levemente ácido e não se constitui em fatores patológicos (FLORES FERNÁNDEZ, 1995, p. 121). Os sais cloretos e nitratos são sais higroscópicos e, portanto, atraem as águas presentes na estrutura, e assim têm como se transportar.

É sabido que a ascensão da água nas paredes, “é função da porometria dos seus materiais constituintes – quanto menor o diâmetro dos poros maior a altura teórica que a água pode atingir” (HENRIQUES apud FLORES FERNÁNDEZ, 1995, p. 126).

5.5 BIOLÓGICOS

Os agentes biológicos, tanto animais quanto vegetais, facilitam degradação das estruturas de taipa de pilão. A degradação animal ocorre quando, por exemplo, pequenos pássaros vão à busca do barro, especificamente da palha ali presente, para formação de seus ninhos (CARDOSO, 2003, p. 77).

5.5.1 Vegetais

Na parte dos vegetais há degradação principalmente pelas raízes que se incorporam no barro, dando alimentação, e assim causam um crescimento que pode causar instabilidade da estrutura. Juan Bassegoda Nonell comenta que, no “Real Cátedra Gaudí” em Barcelona, a trepadeira (*hedera helix*) causou danos consideráveis.

5.5.2 Fungos e algas

A causa principal é a umidade elevada, ou seja, um nível acima da umidade natural do material da estrutura, a qual oferece um ambiente propício para fungos, líquens e algas crescerem.

Os fungos e as algas utilizam o estrume de gado, que tinha como finalidade reduzir as propriedades de retração do material, como substrato para crescer e reproduzir-se. Flores Fernández aborda, na sua dissertação “Estudo Da Taipa de Pilão Visando As Intervenções Em Edificações De Interesse Cultural”, a caracterização biológica da amostra tirada no monumento ‘Capela do Sítio Santo Antônio’. A autora relata o desenvolvimento de fungos myxomycetes e deuteromycetes e algas cianofíceas detectadas na primeira lâmina da amostra. Depois do material coletado, e mantido 15 dias em uma câmara úmida, foi feita uma nova leitura e foram identificados fungos do tipo phycomycetes; deixado o material mais 28 dias, foi constatado um crescimento dos mesmos fungos (FLORES FERNÁNDEZ, 1995, p. 117).

Os fungos, bactérias e algas atuam no processo de degradação do barro, através da liberação de ácidos que levarão à corrosão do material (TORRACA, 1982).

5.5.3 Cupins

Os cupins são um perigo para construções de taipa de pilão, e sua presença é favorecida pelas execuções não corretas desta técnica. Antes de entrar em detalhes, seja inicialmente uma descrição do agricultor Carlos Borges Schmidt: “Mais do que o tempo parece, o cupim é perigoso inimigo das paredes de terra socada, pois estas à sua ação não resistem, são broqueadas de lado a lado, e em pouco tempo apresentam buracos de vários palmos de diâmetro que as atravessam de uma face para outra” (SCHMIDT, 1949). Dois casos foram documentados pelo mesmo autor em Taubaté, São Paulo (Foto 5.6 e Foto 5.7).



Foto 5.6 - Buraco aberto pelo cupim em uma parede de taipa, Taubaté

Fonte: SCHMIDT, 1949



Foto 5.7 - Buraco aberto pelo cupim em uma parede de taipa

Fonte: SCHMIDT, 1949

Paiva comenta, no seu livro “Cupins e o patrimônio histórico edificado”, o seguinte perigo de usar madeira em relação aos cupins xilófagos, e, no caso do uso de peças de madeira estruturais, como é o caso da técnica de taipa de mão, pode surgir uma rede intrincada de galerias que acaba muitas vezes por ameaçar a estabilidade estrutural das paredes, nesse caso auto-portantes. “A taipa de pilão aparentemente não apresenta interesse aos cupins xilófagos, mas eventualmente algumas peças de madeira usadas horizontalmente para travamento no interior das paredes podem fornecer-lhes alimento. Paredes nessa técnica podem ser perfuradas quando os cupins esgotam a madeira nas paredes de taipa de mão que servem de tabiques internos” Paiva, também, cita Paulo Duarte, já em 1938

consciente do perigo dos cupins para o patrimônio: "É o cupim, o implacável térmita... que corrói as paredes..." com relação aos monumentos históricos erigidos em taipa de pilão (PAIVA, 1998).

Nota-se que em muitas vezes a taipa de mão é combinada com a técnica taipa de pilão, sendo que a primeira é geralmente aplicada como divisórias e a segunda como paredes externas. Segundo Luís Saia, tratando da técnica de taipa de pilão, nas construções mais velhas, ocorre a presença de peças de madeira situadas no interior das paredes, em sentido longitudinal, a intervalos que variam de 60 cm a 1 metro, assim favorecendo os ataques de cupins xilófagos. O modo de construção da técnica de taipa de pilão no Brasil é na maioria dos casos com alicerces de taipa, conforme comentado por Luís Saia (parágrafo 1.2), o que ainda facilita o acesso de cupins, e não, como é mais comum na Europa, com alicerces de pedra, o que seria mais recomendável.

Enquanto o autor Carlos Borges Schmidt estava falando sobre cupins subterrâneos, Celso Lago Paiva comenta o cupim de madeira. A diferença do cupim subterrâneo para alguns cupins de madeira seca é que o primeiro faz o ninho no solo, mas também pode construí-lo num vão em uma parede, laje etc. e o segundo sempre constrói o ninho na própria madeira e ao mesmo tempo é dependente da madeira como alimentação. Se não tiver acesso a outra madeira em contato com a primeira, a sua colônia é condenada a morte. A vida útil da colônia está, assim, ligada à duração da fonte de alimento. Os cupins subterrâneos podendo sair da colônia em busca de alimentos, não têm este problema, dada a fartura de elementos à base de celulose que se encontra na natureza ou nas proximidades do próprio ninho. Um dos sinais típicos de ataque de cupins subterrâneos são os caminhos que eles fazem sobre superfícies de alvenaria ou outro material. Feitos de terra, fezes e saliva, estes cupins constroem verdadeiros túneis que os protegem de predadores, perda de água e outros problemas (Foto 5.8)



Foto 5.8 - Os caminhos de cupins subterrâneos feitos de terra, fezes e saliva

Fonte: POTENZA, <http://www.dowagro.com/br/sentriicon/cupins/subter.htm>, 2005

Além da observação da destruição em diversos muros de fazendas da região de Ituana, em São Paulo, o autor Celso Lago Paiva também verificou uma maior incidência de perfurações termíticas em edificações do último quartel do século XIX, quando a taipa de pilão era de fatura mais displicente, utilizando terra mal escolhida, resultando material construtivo (taipa) de menor densidade e dureza.

Luiz R. Fontes informa que a taipa-de-pilão também pode sediar pesada infestação de cupim subterrâneo e cita caso de edificação em Jacareí (São Paulo) onde, em 1997, um ninho cartonado de *Coptotermes havilandi* foi extraído, aos pedaços, da espessura da parede de taipa, ao nível do solo. O oco remanescente mediu 0,45m x 0,50m x 0,65m (altura) e apresentava contornos arredondados; a terra que originalmente preenchia o espaço então ocupado pelo ninho foi removida pelo cupim e acumulada no vão sob o piso de tábuas adjacente à parede, sob a forma de massa compacta, apenas ocasionalmente vazada por uns poucos túneis termíticos, nos quais transitavam poucos operários e soldados (PAIVA, 1998). No Brasil, acredita-se que o *C. havilandi* foi introduzido em 1923, através de importações de materiais infestados.

5.6 FORÇAS ESTÁTICAS

As forças estáticas agem também nos elementos da edificação, seja por compressão, flexão, tração e/ou cisalhamento. Sua ação direta ou indireta pode provocar rupturas por cisalhamento do solo, por punção, recalques excessivos, fissurações, desmoronamentos, erosões por infiltração de água, etc. (FLORES FERNÁNDEZ, 1995, p. 8).

5.7 FORÇAS DINÂMICAS

As forças dinâmicas são aquelas que variam com o tempo nos elementos da construção, e que são provocadas geralmente por vibrações, movimentos devido às variações de dilatação térmica ou hídrica, etc. (FLORES FERNÁNDEZ, 1995, p. 8).

Um tipo muito comum de infiltração é a água que entra por cima na estrutura como consequência de um vazamento na sua cobertura. A água ataca a estrutura onde ela é mais vulnerável, porque não preparada para infiltrações. Dessa forma, a água penetra a estrutura por completo, até os alicerces, devido às forças gravitacionais do agente, pode causar o seu colapso pela alteração da composição molecular do aglomerante: as argilas. Esse processo pode ser acelerado se sofreu forças dinâmicas, como vibrações, devido a trânsito nas ruas perto das estruturas, como, provavelmente, ocorreu na igreja Matriz do Pilar (Foto 5.9, Foto 5.10 e Foto 5.11) em Ouro Preto nos anos 60, causando o colapso da estrutura da parte posterior da Igreja (LEAL, 1977). Dangelo indica o colapso da parede da igreja Matriz como a consequência de um abatimento parcial do plano contínuo do maciço.



Foto 5.9 - Seqüência do colapso da Matriz do Pilar em Ouro Preto

Fonte: LEAL, 1977, p.109



Foto 5.10 - Idem

Fonte: LEAL, 1977, p. 111

Leal comenta também em seu livro “Restauração e Conservação de Monumentos Brasileiros” um colapso do frontispício da igreja de N.S. da Abadia em Goiás (Foto 5.12), com causa semelhante (1977, p. 37).

Uma parte da muralha de Taroudannt, no Marrocos, sofreu um colapso semelhante (vide parágrafo 5.1), comentou o autor Mesbah no seu artigo “Solutions techniques pour la restauration des remparts de Taroudannt (Maroc)”. Uma vez que

muralhas não são cobertas, elas sofrem mais infiltrações e, aliado à falta de manutenção, o processo, mesmo sendo lento, se acelera cada vez mais.



Foto 5.11 - Detalhe de maciço após o colapso da estrutura

Fonte: LEAL, p. 110



Foto 5.12 - O colapso do frontispício da igreja de N.S. da Abadia em Goiás.

Fonte: LEAL, 1977, p. 108

Pode-se concluir que a água é o mais perigoso elemento que atua como agente degradante (chuva, infiltrações), ou alimentação para outros agentes (e.g. fungos), como consequência de má transpiração da parede, o que provoca acumulações; e como agente de transporte, levando sais do subsolo, através de capilaridade até pontos mais fracos logo atrás de revestimentos na superfície interior das paredes, onde ocorre evaporação e os sais danificam as muitas vezes preciosas pinturas murais, através de eflorescência.

Para prevenir esses agentes principais de atacar edifícios construídos através do método de taipa de pilão, podem-se distinguir três princípios básicos a serem observados, que são mencionados em quase todas as obras sobre arquitetura de terra.

Em primeiro lugar, as infiltrações desde cima ou laterais têm de ser evitadas pela execução de um telhado (“chapéu”), que é estendido de maneira a evitar que a precipitação atinja o material diretamente. A infiltração que penetrar por cima só pode ser imputada a uma falha na execução ou à falta de manutenção, e pode ser considerada uma das mais perigosas causas de total colapso dessas estruturas auto-portantes.

Em segundo lugar, pode ser mencionada a “pele” do edifício, ou seja, o revestimento, que deveria ser impermeável à água, mas permeável ao vapor de água, para permitir o transporte horizontal de umidade. Não se devem aplicar materiais de cimento, uma vez que são impermeáveis ao vapor.

O terceiro princípio é o uso de “botas” altas, significando um alicerce e um soco impermeável, ou seja, feito, de pedras, seguindo a lei “quanto maiores os poros, menor a altura que a água atinge pela capilaridade”. O soco precisa atingir uma altura de aproximadamente 60 cm, para evitar o respingamento da água da chuva.

6 RESTAURAÇÃO

O processo de restauração trata de diversos aspectos, mas aqueles que dizem respeito à restauração de materiais de terra em particular, como todo material, requerem uma abordagem específica. Em muitos casos pertence o monumento a uma antiga tradição de métodos de construção que fazem uso somente de materiais locais disponíveis, com os quais a população local durante séculos desenvolveu as mais duráveis técnicas de construção. Na área de restauração ocorre com frequência que não somente o próprio monumento precisa ser restaurado, mas também dados e conhecimentos de antigas técnicas, juntamente com as habilidades da mão-de-obra local. Não é de se estranhar que toda uma série de autores da área de restauração recomende, além dos vários aspectos da restauração em si do monumento, também algum tipo de programa de formação de técnicos especializados, aqui, no caso, em arquitetura de terra. Os técnicos assim formados devem dominar as técnicas ligadas a construções novas, assim como aos diversos processos de restauração e conservação de edificações antigas, recuperando assim conhecimentos antigos já esquecidos, e criando condições para que sejam transmitidos às gerações seguintes. O Mascarenhas comenta, no seu artigo publicado na Terra 2003, a formação de um equipa consistindo de pedreiros mestres e carpinteiros reanimando as técnicas tradicionais como adobe, pau a pique e taipa de pilão com objetivo de restaurar uma grande parte do centro da cidade de Goiás qual sofreu uma enchente volumosa em janeiro 2002; o centro histórico da cidade foi tombado pelo UNESCO como patrimônio mundial (2003, p. 389).

6.1 INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DO MATERIAL TERRA

Os principais minerais argilosos são os chamados Caulinitas, Ilitas e Montmorilonitas (Figura 6.1). Os cristais argilosos são muito pequenos em tamanho (abaixo de dois micra) e freqüentemente têm uma forma aproximadamente hexagonal (TORACCA, 1981, p. 95).

Todos os três minerais argilosos consistem de uma série de folhelos formados por duas ou três camadas, cada uma delas formada por lamelas de moléculas de óxido de silício ou hidróxido de alumínio. Os caulinitas consistem de uma lamela composta de moléculas de óxido de silício e outra composta de moléculas de hidróxido de alumínio (Figura 6.2). Ambos, os ilitas e os montmorilonitas, têm duas lamelas de sílica e uma de alumina, intercaladas entre si (Figura 6.1).

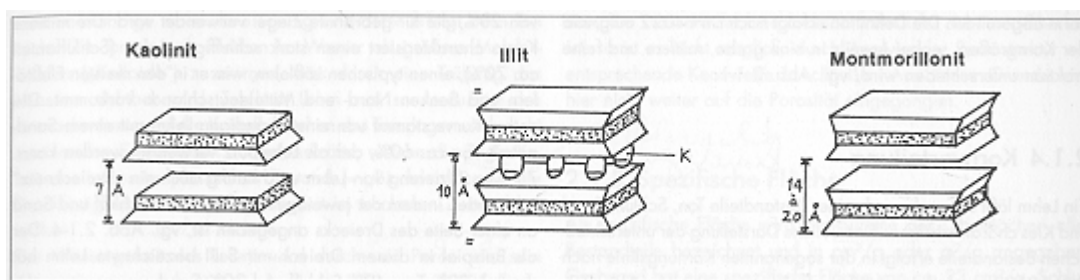


Figura 6.1 - Estrutura das argilas principais e seus distancias entre as lamelas

Fonte: HOUBEN, GUILLAUD, apud MINKE, 1995, p. 29

Os folhelhos portam grupos hidroxila (OH-) e cargas negativas, devido à presença de impurezas (e.g. ferro), que são capazes de substituir os íons de silício e alumínio, mesmo que tenham cargas menos positivas (o ferro provoca a coloração amarela ou vermelha das argilas cozidas, e a coloração verde da argila fundida) (TORRACA, 1981, p. 95).

Da mesma forma, os íons de alumínio são capazes de substituir os íons de silício, e as cargas negativas são compensadas por íons de cálcio (vide letra K na Figura 6.1), que promovem a ligação entre os folhelhos (MINKE, 1995, p. 29). A lamela de silício tem a carga negativa mais forte, e por isso também provoca uma mais forte atração de íons. Com os folhelhos caulinitas, a atração de íons é relativamente baixa, porque consiste de somente uma lamela de silício e uma de

alumínio, enquanto que no caso do mineral montmorilonita, uma lamela de alumínio está ligada a duas de silício, uma de cada lado, e por essa razão tem uma maior capacidade de atrair íons (MINKE, 1995, P.29).

A presença de água causa a dilatação das argilas, porque os íons da água penetram entre as lamelas de silício e as de alumínio (na contração ocorre o inverso), processo este que ocorre com mais facilidade nas argilas montmorilonitas, como explicado anteriormente. A dilatação das argilas ilitas é menor por causa da ligação promovida pelos íons de cálcio. As argilas caulinitas nítidas não contêm ferro, e, portanto não têm uma carga negativa que atraia os íons de água entre as duas lamelas. Assim, a água não é capaz de separá-las. Mas a presença de água na superfície das lamelas é capaz de arrancá-las através de deslizamento sob uma pressão leve.

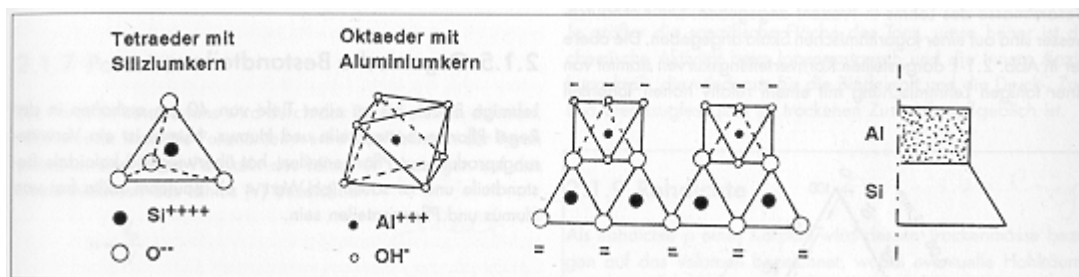


Figura 6.2 - As lamelas de argilas constituídas de moléculas de óxido de silício

Fonte: HOUBEN, GUILLAUD, apud MINKE, 1995, p. 29

6.2 CAL COMO UM ESTABILIZADOR DE TAIPA DE PILÃO

Minke relata, em seu livro “Lehmbau Handbuch – Der Baustoff Lehm und seine Anwendung”, que, pela adição de cal aos materiais de terra, ocorre uma expulsão de íons, desde que se tenha presente umidade suficiente. Os íons de cálcio da cal estão sendo substituídos pelos cátions metálicos dos materiais de terra. A interação dos íons começa imediatamente quando dois materiais são misturados, e dura apenas de 4 a 8 horas. Dessa forma é que surge uma aglomeração de partículas finas e um decréscimo da permeabilidade do material. Ao mesmo tempo, inicia-se uma consolidação através de carbonização pela absorção de CO_2 do ar. Quanto mais alto o índice de pH, mais forte é o efeito de consolidação. É importante reconhecer que este segundo processo de consolidação demanda bastante tempo.

Baseia-se isto na lenta execução do processo de cristalização, típico de elementos amorfos. Neste processo de enrijecimento é necessária certa umidade dos materiais, para que uma rápida secagem pelo sol ou vento seja devidamente evitada. Pela adição de cal, o conteúdo ótimo de água aumentará, e a resistência ótima à compressão, em estado seco, decrescerá (Figura 6.3). A adição ótima de cal é diferente para cada mistura de terra, e deve ser determinada através de testes em laboratório (MINKE, 1995, p. 83).

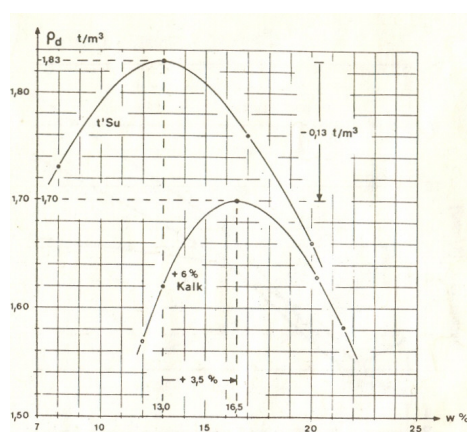


Figura 6.3 - A curva em baixo foi acrescentada 6% de cal

Fonte: MINKE, 1995, p. 23

Do ponto de vista químico, o solo é influenciado pelo seu grau de acidez (pH). Assim, enquanto um baixo pH no material facilita a floculação dos minerais argilosos, um alto pH tende à formação de uma suspensão estável de argila. É no primeiro caso que contribui à aglomeração das partículas mais finas do solo, e pelo fato deste fenômeno de aglomeração, gerando vazios, a porosidade do material aumenta e, portanto, sua resistência mecânica diminui (FLORES FERNÁNDEZ, 1995).

A adição de cal ou cimento normalmente se faz para melhorar os materiais de terra na sua resistência às intempéries, mas leva geralmente também a uma melhor resistência à compressão. Uma adição de ambos, de cal assim como de cimento, pode levar a decréscimos da resistência à compressão, especialmente quando a quantidade é inferior a 5%. A razão para isso é que a cal e o cimento atrapalham a coesão das argilas. Quanto maior a proporção de argila, mais alta deve ser a de cal ou cimento. Experimentos mostram que, com materiais de terra argilosos, a cal, e com materiais de terra arenosos, os cimentos proporcionam um melhor efeito de

estabilização, e que, com terras caolinas, é o cimento mais eficiente, já com montmorilonita, a cal é mais efetiva (MINKE, 1995, p.83).

A pozolana e as terras pozolânicas podem resultar, juntamente com a cal, numa avançada estabilização, e podem, assim, substituir uma parte da adição de cal. A poeira de tijolos queimados a baixas temperaturas pode levar a um resultado semelhante, porém menos eficiente (MINKE, 1995, p.87).

6.3 MURALHA DO TAROUDANNT, MAROCCOS

A muralha de Taroudannt, no Marrocos, foi feita em duas etapas: uma data do fim do século XI até ao início do século XII e a outra, a parte visível do exterior, foi construída entre 1520 e 1540. As duas muralhas coladas têm juntado uma largura de 2 a 3 metros, um comprimento de 8 km e a altura varia de 8 a 11 metros; originalmente tinha cinco aberturas para o exterior. Mesbah *et al* discrimina em seu artigo “Solutions techniques pour la restauration des remparts de Taroudannt (Maroc)”, após uma análise das patologias, e em seguida à avaliação das causas, três categorias de degradação (2000, p. 267):

- Zonas que não estão muito degradados e que precisam de pouca manutenção;
- Zonas que ameaçam a segurança da população e nas quais devem-se efetuar obras de reforço;
- Zonas em que a segurança da população está em questão e necessitam uma intervenção urgente.

No mesmo documento foram propostos outros estudos complementares. Precisa-se fazer um levantamento e identificação das terras disponíveis em torno das muralhas com a finalidade de substituir as lacunas no monumento. E adicionalmente devem-se fazer um estudo de comparação com os traços das muralhas, um estudo das fibras vegetais disponíveis no Marrocos (linho, cânhamo, sisal, loureiro-rosa), uma pesquisa para a qualidade dos ligantes disponíveis no local, em particular a cal viva ou virgem e a cal apagada. Mesbah acrescenta que estas terras assim estabilizadas permitirão restituir as zonas superiores de circulação aos pedestres. No final a determinação dos ligantes adequados para cada material, suas proporções e utilizações.

6.4 A IGREJA DO PILAR EM SÃO JOÃO DEL REI, BRASIL

Puccioni e Lima comentam em seu artigo “General Considerations on the Preservation of Earthen Architecture in Minas Gerais, Brazil; a proposal for reinforcement of a brayed mud wall structure” algumas soluções técnicas em geral. Ocorre freqüentemente que as paredes internas e externas de um edifício são executadas em técnicas diferentes, por exemplo, paredes externas são construídas em taipa de pilão enquanto os divisórios são de pau a pique. Junções de dois tipos diferentes, em certos casos, estão submetidas às fissuras na junção. Uma textura de ferro galvanizado pode auxiliar na conexão das alvenarias. Durante uma intervenção do telhado de um edifício, feito com paredes mestras ou paredes auto-portantes de terra, deve se aproveitar o momento para colocar um cinto de amarração acima das paredes que se conecta ao sistema estrutural a fim de estabilizar o esqueleto do todo o edifício. Um outro conselho do autor, a fim de aliviar os efeitos de pressões na alvenaria de águas laterais e ascendentes, é a aplicação de uma cava periférica. Um detalhe foi encontrado na tese de mestrado de Rosa Amélia Flores Fernandez (veja anexo A).



Foto 6.1 - A Catedral Basílica de N. S. do Pilar, São João Del Rei (MG)

Fonte: PUCCIONI e LIMA, 1990, p. 304

A Catedral Basílica de Nossa Senhora do Pilar de São João Del Rei (Foto x) foi construída entre 1721 e 1750, quando a edificação já se encontrava praticamente concluída e ornada (IPHAN, 2005). Na época da construção da igreja as ruas ainda eram de terra, e só depois foram pavimentadas, o que causou um desvio das águas pluviais provocando erosão dos solos na área da fundação do lado direito do edifício. Além disso, encontra-se um sistema de drenagem em má condição. Esses fatos causaram lisionamento, e com isso, a deformação da parede direita. Neste aspecto, o autor do livro “Lesiones de los Edifícios”, Cristóbal Russo, comenta, a respeito de estruturas monolíticas, que uma vez que o equilíbrio entre o peso do muro e a reação do terreno se quebra, elas não se adaptam –como nas estruturas ordinárias- suavemente sobre o terreno, nem se rompe seguindo as juntas das pedras, mas se desmoronam de um modo súbito (1954, p. 213).

Como consequência deste lisionamento ocorreu uma ruptura dos beirais e um deslocamento das telhas, permitindo a infiltração de águas de chuva. Por este motivo a desagregação do material de terra da alvenaria, reduzindo a resistência e aumentando as tensões intrínsecas do material nos seus pontos mais críticos: os vazados das portas, janelas etc. Os altares localizados nas aberturas da parede apresentaram severos danos, nos quais pode-se ver lateralmente, de forma clara, a “flambagem”.

As seguintes medidas foram efetuadas:

- Remoção dos elementos artísticos e logo depois o apoio dos vãos
- Conservação do telhado
- Investigação da estabilidade do edifício
 - Estudo geológico dos solos a fim de avaliar as condições da fundação
 - Inspeção e mapeamento dos danos através do uso dos testemunhos
- Implementação de uma drenagem na fachada posterior
- Reparo do sistema de drenagem do telhado

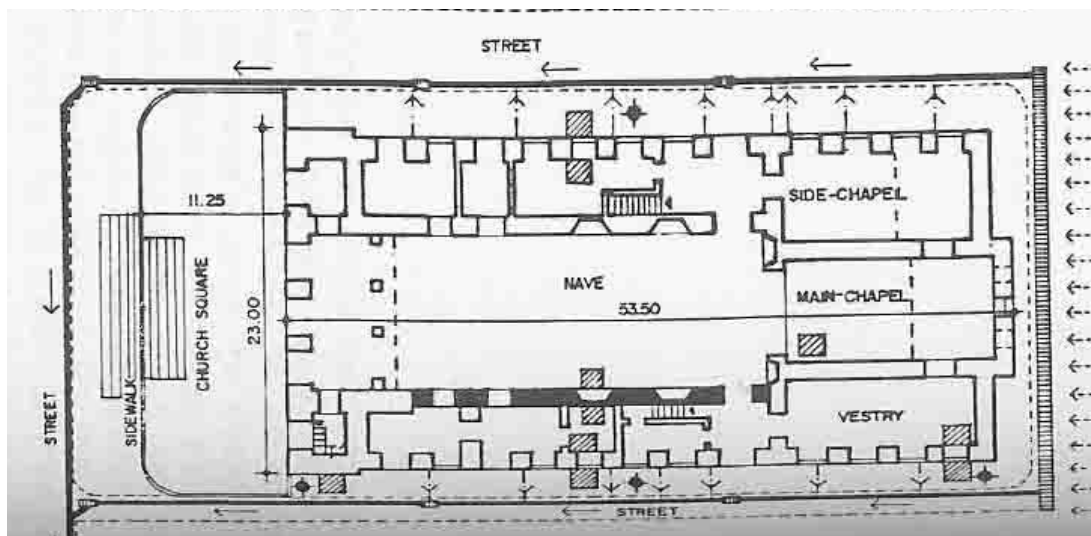


Figura 6.4 - Planta do pavimento térreo da N. S. do Pilar, São João Del Rei (MG)

Fonte: PUCCIONI e LIMA, 1990, p. 305

Depois de completados esses trabalhos, começou-se a observação dos danos pelas inspeções periódicas, a fim de verificar as deformações. Esses passos foram necessários para reduzir os custos, para primeiramente eliminar as causas e depois restaurar as conseqüências.

A proposta consiste de um reforço e consolidação da parede pelo enchimento dos vãos e lacunas através de um traço de solo - "bentonite"- cal, e no que tange aos vãos, de modo que suportem as sobrecargas sem alterar o sistema estrutural original.

O reforço dos vãos consiste de uma instalação de vergas, arcos de tijolos, nos dois lados da parede. Os novos arcos estão dispostos o mais perto possível dos arcos já presentes, assim que a distribuição das forças seja alterada minimamente. O traço utilizado para construir os arcos é feito de uma mistura de solo com cimento. O molde do vão é executado em madeira (nr. 5 na Figura x). As partes verticais, que foram esmagadas, estão travadas através de um cinto de várias peças de madeira nos dois lados da parede (nr. 2 na Figura x).

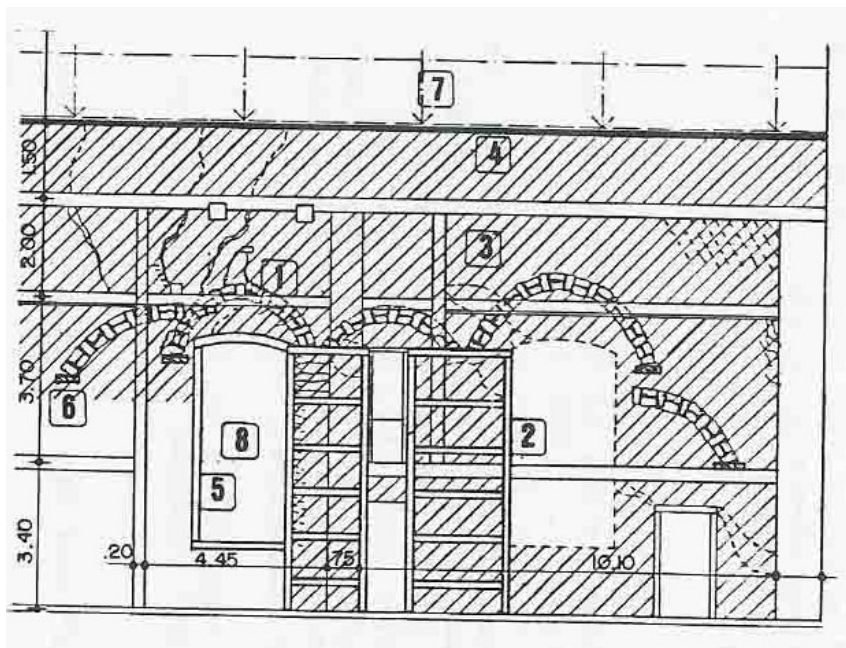


Figura 6.5 - Proposta do reforço da parede de taipa de pilão

Fonte: PUCCIONI e LIMA, 1990, p. 306

7 ESTUDO DE CASO: MATRIZ DE PIRENÓPOLIS, GOIÁS

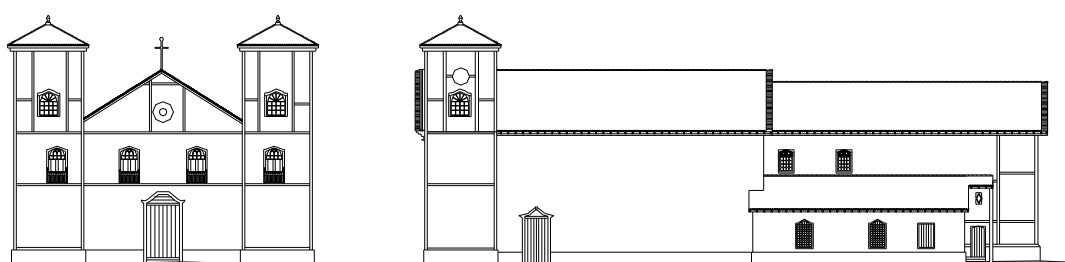


Figura 7.1 - Frontão e fachada noroeste da igreja Matriz de N.S. do Rosário

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2003.

A igreja da Matriz Nossa Senhora do Rosário (Figura 7.1 e Figura 7.2) está localizada em Pirenópolis, estado de Goiás. A Igreja foi construída entre 1728 e 1732 no Largo da Capela em “Meia Ponte”, antigo nome da cidade, usando-se sistemas construtivos como taipa de pilão, adobe e “formigão”. Somente a taipa de pilão atinge uma altura de cerca 10 m sem construção auxiliar e também como “gaiola”. Caso das torres, estas construídas após 1733 e da Câmara onde se encontram respectivamente adobe e formigão. A construção da igreja chegou à sua forma atual depois de cem anos.

A igreja consiste da nave (veja letra “N” na Figura 7.3) seguida, no mesmo eixo, pelo altar-mor (A-M) e o camarim (Ca) nos fundos. De cada lado do altar-mor encontramos a sacristia(S) e o consistório (Co); e no frontão as duas torres, o batistério (B) e o campanário (C). Ainda em 1842, sofreu reparações depois da queda do forro. Considerada a igreja como o monumento eclesiástico mais importante do estado de Goiás, ela foi tombada em 1941 pelo IPHAN. Houve uma restauração que durou três anos, iniciada em 1996, na qual principalmente o interior

foi tratado: elementos artísticos, altares, os bancos, forros, peças de altar, etc. Três anos depois da intervenção, durante a noite de cinco de setembro de 2002, a igreja sofreu um incêndio que destruiu o telhado e todo o seu interior, exceto vinte imagens que foram resgatadas, dentre elas a imagem da Padroeira. Logo depois foi iniciado um novo restauro. Obra extensa que ainda se encontra em andamento, estando sua conclusão prevista para o final de 2006.

Esse estudo de caso aborda os aspectos do restauro desta construção cujo sistema construtivo principal é o de taipa de pilão. Um breve histórico da região é apresentado, as medidas emergenciais adotadas, as características construtivas, os testes de taipa de pilão, a estabilização e a consolidação da estrutura e aspectos do restauro da taipa.



Figura 7.2 - Perspectiva da igreja Matriz de N.S. do Rosário

Fonte: www.matrizdepirenopolis.com.br

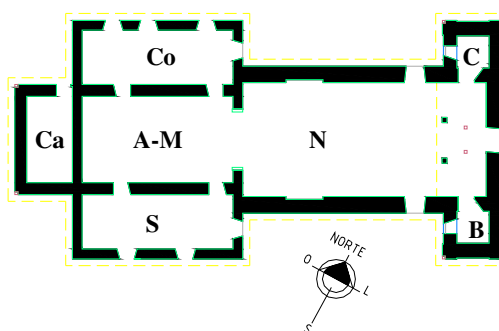


Figura 7.3 - Planta baixa térrea da igreja Matriz de N.S. do Rosário

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2003

7.1 HISTÓRICO

O Bandeirante Bartolomeu Bueno da Silva Filho, conhecido como Anhangüera, de São Paulo, é considerado fundador do estado Goiás, em 1722. Vieram também muitos portugueses ricos, principalmente do norte do Portugal, em nome da Coroa ou por conta própria, à procura de ouro e de novas terras para morar. Foram latifundiários que trouxeram muitos escravos e fizeram índios cativos.

Conforme tradição da época foi construída um altar em uma capela, para que fossem rezadas missas para o santo do dia ou para o Padroeiro do líder.

A região do arraial Meia Ponte, como Pirenópolis era chamada, foi descoberta por Urbano do Couto Menezes, sendo finalmente fundado por Manoel Rodrigues Tomar, que tomou todo o controle sobre as minas assentadas na beira do rio das Almas. A fundação do arraial foi no dia de Nossa Senhora do Rosário, e por isso Manoel o chamou Arraial de Nossa Senhora do Rosário da Meia Ponte.

Diz a história que a Virgem Maria apareceu na Europa para São Domingos no século XIII, com um rosário na mão, para pedir a propagação da fé cristã entre as pessoas da região, para garantir a sua salvação. Naquele século havia uma guerra, iniciado pelos cristãos contra o islã, conhecida como a cruzada, e, além disso, a peste negra estava sinistrando o continente. Esta guerra é atualmente encenada em Pirenópolis como a “Guerra dos Cristãos contra os Mouros” na festa do Divino Espírito Santo, que acontece cada feriado de Pentecostes.

Os padres tinham como ocupação a difusão da religião principalmente entre os escravos e os índios. Nossa Senhora do Rosário tornou-se a Padroeira do Medo e da Preocupação. Para os Bandeirantes, com muitos escravos, ela era a Padroeira contra a vida dura do sertão, onde se desenrolava uma guerra contra os índios. Em muitas cidades, fundadas pelos Bandeirantes, encontramos a veneração da Nossa Senhora do Rosário também associada aos descendentes de escravos e índios, que organizavam festas em sua honra e erguiam suas próprias igrejas, como é o caso na Meia Ponte, onde eles tinham uma igreja própria na praça do Rosário, no outro lado do córrego da Prata. Porém, esta igreja veio a ruir por falta de manutenção.

Um arraial do lado de Meia Ponte, que se chama Corumbá, começou erguer sua própria igreja de taipa de pilão por volta do 1751. Até esse ano os batizados de moradores de Corumbá eram ministrados na Igreja Matriz de Meia Ponte. Como já mencionada, era tradição construir uma capela no início da ocupação da região. Mas uma capela só se tornava um local oficialmente reconhecido pela Igreja Católica a partir de sua sagração (MARX; CURADO, 2004, p. 235). E para que uma capela fosse sagrada, as Constituições do Arcebispado da Bahia exigiam alguns pré-

requisitos, que a capela primitiva de Corumbá não atendia. A nova igreja era muito mais sólida e espaçosa, conforme a descrição da fonte.

“Sobre os alicerces de pedras e escoradas com esteios de madeira foram erguidas as paredes de taipa de pilão, medindo um metro de largura por dez de altura, para sustentar o vão livre, respectivamente, com 10 m de largura por 18m de comprimento, na nave central, e 8m de largura por 10m de comprimento na capela-mor. Do lado sul ficava uma sacristia com 10m de comprimento por 5m de largura, onde o sacerdote...”

“Somente depois que a Capela de Nossa Senhora da Penha foi elevada à categoria de capela curada em 1751 é que a população não mais precisava ir até Meia Ponte para assistir à missa e receber os sacramentos da Igreja. O templo está ligado à arquitetura portuguesa, de estilo românico, por seu volume compacto, linhas retas, planta concentrada e simplicidade de suas formas. Já a herança paulista está presente no uso de taipa de pilão e na ausência de torres,...e há muitas capelas mineiras e goianas erguidas pelos paulistas no século XVIII” (CURADO, 2004, p. 235-237).

7.2 MEDIDAS EMERGENCIAIS

Depois do incêndio da igreja do Rosário, que destruiu o telhado inteiro, e todos os ornamentos da igreja, foram tomadas medidas emergenciais em relação à consolidação estrutural do monumento. Uma das primeiras ações tomadas foi a instalação de uma estrutura metálica temporária, que foi posicionada independente da estrutura da igreja, objetivando a proteção da estrutura remanescente contra as ações do vento e a chuva, sendo no início necessária a colocação das lonas acima das paredes para a proteção temporária das mesmas.

As seguintes medidas de emergência foram tomadas: 1) sustentação dos vãos; 2) escoramento da construção da gaiola de madeira das torres; 3) complementação das lacunas deixadas pela madeira incendiada.

Nas construções de taipa de pilão os vãos das portas e janelas são suportados através de vergas de madeira, que neste caso foram queimadas, e, deste modo, torna-se patente a necessidade de sustentá-las. Uma outra

característica dos prédios com este tipo de técnica são as espessas paredes, que variam de 1,20 m até 1,80 m (caso da nave). Isso exige uma forma de sustentação adaptada à esta situação.

Três tipos de escoramentos para sustentar os vãos foram usados. No primeiro, tipo 1, com objetivo de manter a possibilidade de acesso para a mão de obra, foram usadas vergas sustentadas por colunas de madeira (Foto 7.1). No segundo, tipo 2, foi utilizado tijolo queimado para o fechamento com duas paredes nas superfícies do vão. O vazio entre as duas paredes foi completado com terra apiloada. O ultimo tipo de escoramento, o tipo 3, foi totalmente enchido com tijolos queimados.



Foto 7.1 - Escoramento tipo 1

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2002

7.3 REGISTRO DAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

7.3.1 A fundação, o alicerce e o soco

Chama-se o fundamento a parte da estrutura abaixo do chão; o mesmo que alicerce (CORONA&LEMONS, 1989, p. 45). A parte sobre deste é denominado baldrame que é localizado entre o alicerce e o nascimento das paredes. O alicerce dos prédios de taipa de pilão geralmente é executado em pedra ou através de terra batida, o mesmo material que a taipa de pilão, só não sendo apiloado dentro um molde escavado (Figura 7.4). No caso da Matriz de Nossa Senhora do Rosário, o alicerce e o baldrame foi executado com grandes pedaços de rocha quartzíticas,

oriundos da região, conforme Cruz no jornal “O Popular”, com uma profundidade que varia de 3 a 5 metros largura de até 2,10 metros (CRUZ, 2002). A técnica de alicerces de pedra foi trazida pelos portugueses e até hoje é utilizada para isolar a taipa da umidade do solo, confirmado por observação de Vitruvius (op. cit. Livro II, cap. VIII, sobre fundações de adobe) (SANTOS SEGURADO apud KATINSKY, 1976, p. 135).

Esta igreja não possui alicerces (Foto 7.2) e baldrames de pedra (Foto 7.4) sob todas as paredes. Uma prospecção no camarim demonstrou um alicerce tipo “formigão” (Foto 7.3) e sobre ele alvenaria de pedra. Este tipo de alicerce, o formigão, não deve ser confundido com alicerce de terra batida ou de taipa. Estes não contêm pedregulhos ou seixos. A técnica de taipa é muito comum nas casas Bandeiristas, no estado de São Paulo. *Os alicerces são sempre de taipa, e apresentam indícios de terem sido objeto do mesmo cuidado de fatura que se dispensava às paredes. Não há dúvida que seriam executados em taipas, tal como as paredes, pois apresentam como estas faces perfeitamente delimitadas, e até marcas de diversas camadas de terra socada. Em certas paredes da casa do sítio Santo Antônio, a profundidade do alicerce atinge quase um metro. Em obras de consolidação de taipa, do segundo e terceiro séculos, foi possível verificar que a profundidade dos alicerces era muito maior nas construções mais antigas* (SAIA, 1972, p. 80, 81).

Vários autores confirmam que, relacionada à fundação do prédio de taipa de pilão, a condição do terreno nunca pode ser muito inclinada, pelo simples motivo de que a água corrente é o maior inimigo deste tipo de construção. Taipa de pilão tem como liga a argila e ela, enquanto matéria plástica, tem um grande defeito: com demasiada água ela se dissolve e a totalidade da argila perde a sua consistência, e assim também a taipa, o que pode causar desprendimento do material. Tudo isso ocorre no ponto mais perigoso, na altura do soco do prédio, onde ocorrem as correntes causadas pelas precipitações fortes. Como muitos prédios de taipa de pilão eram construídos sem alicerce de pedra, o que poderia prevenir esse tipo de risco, vários autores, talvez por este razão, recomendaram a não construção em terrenos inclinados. No caso da igreja Matriz de Nossa Senhora do Rosário o terreno é inclinado, mas parece que o sítio foi nivelado antes o início da construção. E o

soco ao longo da igreja é alinhado ao nível do térreo, não havendo, portanto, alteração em altura.

O engenheiro Walter Vilhena, integrante da equipe técnica de restauração da igreja, constatou que não houve nenhum recalque nas fundações, uma das maiores causas de fissuras e desaprumos e que como consequência propiciam a desagregação do material construtivo.

Assim não foi necessária a correção nesta fundação. Houve apenas a consolidação das paredes e das torres. O Walter Vilhena esclareceu ainda a interferência entre as duas estruturas auto-portantes: a estrutura de madeira (“gaiola”) das torres e a estrutura de taipa de pilão.

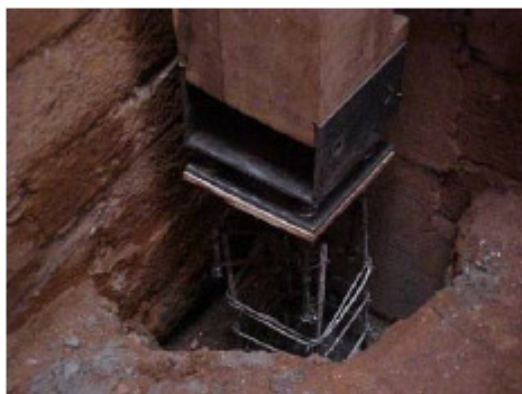


Foto 7.2 - Cantaria abaixo do nível do terreno.

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2004



Foto 7.3 - Prospeção no “camarim” mostra o alicerce de “formigão”

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2003/2004



Foto 7.4 – Baldrame da sacristia

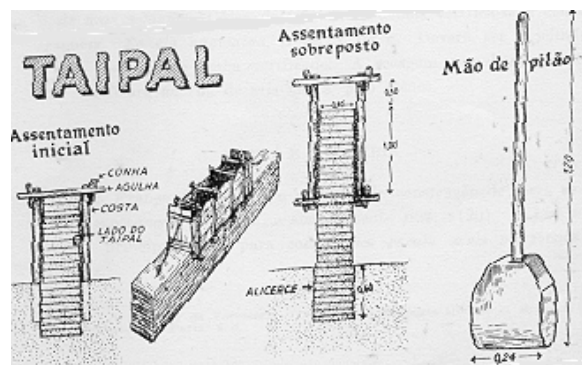


Figura 7.4 - Alicerce de uma parede de taipa de pilão feito de terra batida.

Fonte: SCHMIDT, 1949, p. 23

7.3.2 As vergas

Na Foto 7.5 pode-se ver as vergas antigas de madeira, quase totalmente queimadas, e temporariamente sustentadas pelo escoramento. Repare-se que o vão não é tão largo, a parede não é tão espessa e a parte da parede a sustentar não é mais alta do que um metro. Na porta externa da sacristia (Foto 7.6) pode-se ver um arco de tijolos, aproveitando as propriedades do tijolo cozido, que tem uma maior resistência à compressão. Na porta lateral esquerda também há um arco de tijolos, mas são quatro fiadas de altura e, além disso foram colocadas várias vergas de madeira integradas na parede acima do arco com a finalidade de distribuir as forças verticais (Foto 7.7 e Foto 7.8). Esse arco sofreu uma prospecção na altura das vergas de madeira para um controle de cupins e foi descoberto que somente restavam as casas destes térmitas. Apesar de em uma intervenção anterior, estas vergas terem sido tratadas. No caso das portas laterais e da porta principal arcos de tijolos apóiam-se sobre ombreiras de pedras de cantaria. Material resistente à abrasão e que suporta tensões elevadas.



Foto 7.5 - Vergas queimadas (interior do consistório)



Foto 7.6 - Porta exterior da sacristia: um arco abaulado



Foto 7.7 - Vergas da porta lateral esquerda, acima do arco de tijolos

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2004



Foto 7.8 – Porta lateral esquerda

7.3.3 Os beirais e frechais

O autor Luís Saia descreva em seu livro “Morada Paulista” as características das construções de taipa: o beiral largo e o tipo de junção do telhado à parede que usa os frechais para distribuir a carga do telhado por toda a parede e assim evitar cargas concentradas.

Por outro lado, é esta fraqueza peculiar da construção de taipa, que sugere e aconselha a adoção de proteções tão características como o beiral largo, ou como o tipo de armadura do telhado, preferindo sempre descarregar sobre frechais a fim de evitar a localização exagerada de esforços em alguns pontos apenas, o que resultaria em tipo de trabalho impróprio para ser recebido pela parede de taipa (SAIA, 1972, p. 132).

Luís Saia anuncia em seu livro também a função do frechal no sentido de ancoragem dos espigões, caibros e cachorros, como mostram a Foto 7.9 e a Figura 7.5, respectivamente na beirada da sacristia da Matriz Nossa Senhora do Rosário e nas capelas mineiras.



Foto 7.9 - Beiral do consistório

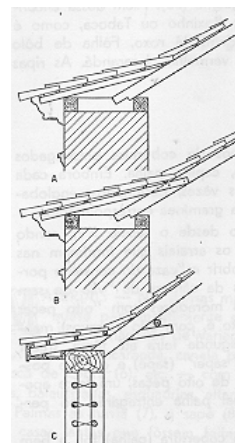


Figura 7.5 - Disposição dos caibros junto ao beiral-comun nas capelas mineiras.

Fonte: SANTOS, 1951

A Figura 7.5, de F. Paulo Santos mostra a disposição dos caibros junto ao beiral comum nas capelas mineiras, bem parecida com o desempenho do beiral da sacristia. Como se pode ver na Foto 7.9, chegam os caibros justamente no primeiro frechal e são prolongados pelos cachorros através de um ângulo menos inclinado, sendo então fixados os cachorros em ambos os frechais. Podem-se ver ainda também os beirais, compostos de várias pranchas seguidas e sobre elas as ripas que seguravam as telhas. Repare-se que o beiral aqui não avança tanto sobre as paredes, aproximadamente 0,40m, quando o mais comum era que, na Vila Boa de Goiás, avançassem cerca de 0,60m a 1,00m, conforme registrado por Leal (1977, p. 37).

7.3.4 Os revestimentos

Na face lateral do consistório, nota-se (Foto 7.11) as duas camadas do revestimento exterior, a primeira mais grossa do que a segunda, neste caso o revestimento original. Pode-se ver na Foto 7.10 um detalhe do frontão da igreja, em que foram aplicadas duas camadas, ou na verdade três. A primeira, estriada, a fim de proporcionar uma melhor aderência da camada seguinte, o emboço, que se aplica para fins de nivelamento. No final se aplica uma argamassa fina à base de cal, com o objetivo de dar proteção contra a chuva. Porque é a cal que tem a menor porosidade, em relação à areia, ela dificulta a entrada de partículas de água, mas ainda com uma certa permeabilidade para deixar a parede “respirar”, o que é necessário para manter o equilíbrio entre a umidade do meio ambiente e a umidade

da parede. É o estabelecimento do ponto ótimo da umidade da parede que é fundamental para o melhor comportamento da taipa. O revestimento externo foi parcialmente demolido e um novo revestimento colocado em seu lugar, que chegou a ser recoberto por uma fina tela metálica para melhor sustentação do reboco de acabamento, feito com uma fina argamassa à base de cal, à maneira antiga (CRUZ, 2002).

Não foi feito um ensaio do traço desta argamassa, mas existe dúvida, de se a argamassa aplicada na intervenção de 1996-'99 foi executada conforme a maneira antiga, descrita por Cruz no jornal "O Popular". Segundo a maneira antiga, a argamassa teria de ter um traço à base de cal com areia e a Foto 7.10 mostra a cor cinza, apesar da areia geralmente não causar essa mudança de cor.



Foto 7.10 - Revestimento com arame de ferro (da intervenção de 1996-'99).



Foto 7.11 - Revestimento do consistório, considerado original.

7.4 INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS

7.4.1 As torres: o batistério e o campanário

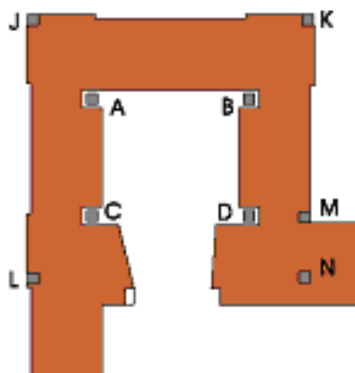


Figura 7.6 - Planta baixa do batistério

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2004

As torres do batistério e campanário possuem duas estruturas auto-portantes: as “gaiolas” (interna e externa) e a taipa de pilão, localizada entre elas, que começa na altura de baldrame de pedra e chega ao nível da 2ª vigota. A partir desta, que é a mesma altura do frechal da parede da nave, o adobe completa o fechamento das paredes das torres. São as “gaiolas” que suportam o telhado.

Na , pode-se ver a disposição dos esteios no batistério. A gaiola, feita de esteios e vigotas de madeira, forma uma estrutura independente, assim também a estrutura de taipa de pilão. Desta forma, se fosse suprimida a parte de taipa, a estrutura de madeira ficaria em pé e, em sentido inverso, a retirada da “gaiola” manteria intacta a estrutura de taipa sobre o baldrame de pedra; caso das torres no incêndio que queimou a “gaiola” interna.



Foto 7.12 - Novas traves para a consolidação das torres

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2004



Foto 7.13 - Colocação da nova trave; travamento no nível da baldrame.

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2004

Duas gaiolas, uma externa e uma interna, são travadas entre si por meio de traves, estabilizando a construção de taipa. Foram realizados três travamentos entre a gaiola externa e a interna: 1) no nível da madre, colocada no baldrame de pedra (Foto 7.12 e Foto 7.13); 2), ao nível da primeira vigota (ao nível do primeiro piso); e 3), a última ao nível da segunda vigota. Utilizou-se também a cal (Foto 7.12, mancha branca) para melhorar a aderência entre o material original e o novo.

A alvenaria de adobe foi no batistério avaliada como “abrasada” pelo consultor engenheiro Walter Vilhena. Junto com o arquiteto Silvio Cavalcante, representante do IPHAN, decidiu-se que em uma fase posterior seriam desmontadas totalmente a parede interna e as paredes externas a partir do segundo vigota. O pilarete de taipa de pilão será refeito para sustentar o reconfeccionado arco de tijolos acima da porta (veja o molde na Foto 7.15). Para o campanário, foram tomadas decisões semelhantes: desmontagem a partir do terceiro piso.

Os seguintes passos foram executados para a consolidação do batistério. Começou-se com a extração dos esteios queimados, que eram de um tipo de madeira, a aroeira, diferente do que se usou nas peças substituídas (ipê) já que a extração da aroeira é proibida por se tratar de espécie em extinção. Em seguida foi feita uma nova taipa, para encher o vazio que o esteio havia deixado e para formar uma base para nova carpintaria (Foto 7.14), chamada a madre.



Foto 7.14 - Uma nova taipa para apoiar nova baldrame

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2003/2004



Foto 7.15 - Molde para fazer o pilarete

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2004

7.4.2 Camarim de formigão

As paredes externas do camarim são construídas através de uma alvenaria de pedra, apesar os alicerces são de “formigão” (Foto 7.3 na pagina 102): *Mistura dosada de terra, pedregulho, água e cal ou outro ligante, própria para construção de paredes de taipa de pilão; formigame, betão. Provavelmente por influência espanhol “hormigón”, “mistura de cal, areia e cascalho”* (HOUSSIAN et. al., 2001). *Segundo o aglomerante está empregada, o hormigón é de cimento ou de cal; si entram ambos componentes se chama bastardo* (DOAT et. al., 1996, p. 212). O termo *hormigón* ainda hoje significa concreto e é usada para geralmente concretos de cimento.

Francisco Javier López Martinez considera a técnica “formigão” como um tipo de taipa. Porque ele expõe a teoria de que temos várias técnicas parecidas que pertencem todas à mesma família: as argamassas encaixadas e apiloadas, independentemente do material usado. É o que o dicionário de Corona e Lemos (1989, p. 45) afirma sobre o formigão: “apiloadada dentro de formas”.

Foto 7.16 mostra o desmonte das paredes do camarim, especificamente da parede lateral direita. O desmonte das paredes externas aconteceu da seguinte forma: a parede lateral direita foi desmontada totalmente, a parede traseira até altura da madre, e a parede lateral esquerda será desmontada somente a parte de cima que consistia de adobes. Posteriormente foram fixados novos esteios, vigotas e madres e recolocados as mesmas pedras.



Foto 7.16 - Desmonte das paredes do camarim

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2003/2004

7.5 MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO DA TAIPA

Fissuras na taipa estão sendo consolidadas através de um traço de terra acrescido com 20% de cal e aplicado por injeção (Foto 7.17). O engenheiro Walter Vilhena ressaltou que uma prospecção no local foi necessária para avaliar o resultado. Em uma fase posterior foi decidido se adicionar ao traço 200ml de baba de cupim sintética diluída em 15 litros de água, para o aumento da resistência da consolidação. Vilhena afirmou que a resistência do traço deve ser mais fraca do que a própria taipa para evitar deslocamento das fissuras.



Foto 7.17 - Injeção das fissuras na taipa

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2004



Foto 7.18 - Impregnação das madres

Fonte: BIAPÓ/IPHAN, 2004

Antes das peças de madeira serem colocadas, estas receberam um tratamento contra térmitas e foram impregnadas com óleo de linhaça. E os baldrames ainda foram seladas com uma camada de piche (Foto 7.18) na região de suas três faces internas às paredes da torre. As madres foram assentadas aos baldrames de pedra com argamassa de cimento.

Houve um desmoronamento de uma parte da parede lateral direita da nave acima da porta lateral e, desta maneira, surgiu um buraco que necessitou de um desmonte de taipa. Depois disto foi executado um escoramento do tipo 3, colocando-se uma cama de madeira, tanto no lado interno como no lado externo da igreja (Foto 7.19), a fim de aliviar o impacto da queda da terra.



Foto 7.19 - Cama de madeira abaixo da taipa que seja desmontado

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004



Foto 7.20 - Alvenaria de tijolo está sendo retirada

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004

Para realizar um diagnóstico na região do arco retirou-se uma parte do escoramento, o qual foi reconstituído através de um novo escoramento de madeira e, logo em seguida, desfez-se a parte danificada do arco pela concretagem (Foto 7.20). Para o assentamento da alvenaria de pedras nas laterais do arco utilizou-se um traço de argamassa de terra, areia e cal na proporção de 2:1:1. O nivelamento das pedras abaixo da cama de madeira, que é imunizada, foi executado com argamassa de terra.



Foto 7.21 - Região acima do arco fica vazia

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004



Foto 7.22 - Lacuna acima da porta lateral direita

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004

A execução da primeira camada de taipa de pilão foi feita com uma espessura de 7 cm. Doze semanas depois do início dos trabalhos de preenchimento da taipa de pilão, a restituição do buraco foi completada. Aqui também se vê o uso da cal nas interfaces de contato entre a taipa nova e a original (Foto 7.23). O traço da taipa de pilão aplicada é de uma mistura de terra e cal, de quais a terra utilizada é oriunda do próprio monumento e a cal conta 20% do total.



Foto 7.23 - Repara-se o uso de cal (macha branca)

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004



Foto 7.24 - Estado final da reconstituição da taipa acima do porta lateral direita

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004

Como o telhado foi queimado praticamente inteiro, necessita-se, além da construção do todo telhado, também de um novo suporte para os frechais. Cinco testes de taipa com traços diferentes foram executados, e um de concreto. O traço empregado para o suporte dos frechais é o seguinte: 10 litros (l) de água, 360l de terra, 72l de cal, 2l de baba de cupim e 27l de cimento.



Foto 7.25 - Nivelamento das paredes da nave

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004



Foto 7.26 – Nivelamento das paredes do altar-mor

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004

Este traço tem também como função o nivelamento das paredes da nave (Foto 7.25); no caso das paredes do altar-mor, precisava-se de um desmanche de taipa para atingir o nível desejado (Foto 7.26).



Foto 7.27 - Molde para o concretagem do suporte dos frechais

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004



Foto 7.28 - Concretagem

Fonte: BIAPÓ/IPHAN 2004

O concreto foi aplicado na faixa interna das paredes da nave em uma largura de 50 cm, reforçado por uma malha de aço (Foto 7.27).

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 CONCLUSÕES

A técnica taipa de pilão é bastante antiga, uma vez que foram encontradas muralhas que datam de 800 anos a.C. como por exemplo na cidade de Ping Yao na China. O exemplo mais antigo documentado desta técnica na Europa foi localizado em Roma, Itália, onde foram encontradas tanto as marcas dos moldes utilizados como as camadas do material (WARD-PERKINS apud LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999, p. 75). Tudo indica que a técnica de taipa de pilão possui sua origem no continente asiático.

Existem documentos de restaurações realizados na Argélia e no Marrocos indicando o uso e a difusão da expressão “tabbia”, uma denominação árabe, que se desenvolveu no norte da África, chegando até a Turquia. Ao longo do tempo foi acumulado um grande conhecimento sobre esta técnica e o resgate da palavra “tabbia”, que foi usada desde século XII no Marrocos. O mesmo pode ser dito sobre a China, que apresenta uma grande tradição nas técnicas de terra apilada.

Pode ser concluído que as descrições das técnicas foram bastante eficientes para esclarecer as dúvidas sobre as várias denominações. Além disso, foi útil para distinguir os nomes em outras línguas desta técnica. O conhecimento das várias denominações de taipa de pilão foram fundamentais nesta pesquisa, uma vez que a maioria das obras acadêmicas é encontrada em francês, espanhol e inglês. Assim pode-se concluir que os estudos da etimologia da palavra, juntamente com a descrição da taipa de pilão, tornaram-se bastante úteis, contribuindo para o maior conhecimento desta técnica.

Em muitos casos a técnica da taipa de pilão era empregada na área militar. Os exemplos mais famosos são a Muralha da China e o Hadrian na Escócia. Mas existem também numerosos muralhas em cidades, castelos, palácios, mosteiros, aproveitando a grande disponibilidade do material na construção de paredes massivas com grandes dimensões.

A taipa de pilão não foi somente difundida por causa de uma necessidade de proteção, mas também, como, por exemplo, na região dos Himalaias ocidentais, devido à ausência da madeira. Além da escassez da madeira passou a existir um outro motivo para o uso taipa de pilão. No final do século XVIII, em Londres e Paris, surgiu a necessidade de um modelo de edificação que se provou ser mais resistente ao fogo.

No Brasil esta técnica foi, inicialmente, introduzida pelos portugueses em Salvador, com o objetivo de proteger o local contra ataques dos índios e outras nações européias. Na região de São Paulo os Jesuítas ensinaram a técnica aos indígenas locais de modo a construir edificações religiosas (RIBEIRO, 1961, p. 68). Os bandeirantes contribuíram na grande parte da difusão da técnica no Brasil, uma vez que exploraram o Brasil procurando minas de ouro e novas terras para se estabelecer. A Igreja Católica contribuiu na sua difusão da técnica da taipa de pilão, exigindo que alguns aspectos fossem cumpridos (e.g. as constituições do Arcebispado da Bahia), para uma capela ser sagrada ela precisa desempenhar alguns pré-requisitos, como o caso da capela do Corumbá. O pré-requisito seria que as construções religiosas teriam que ser mais sólidas e espaçosas. Os estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás são os que contribuíram com os maiores exemplos para o patrimônio brasileiro.

Neste trabalho também foi apresentada e comentada a restauração, em curso, da igreja Matriz de N. S. do Rosário, em Pirenópolis, Goiás, cuja técnica construtiva foi basicamente em taipa de pilão. Este grande projeto de restauração no Brasil, talvez o maior na história, fornece um grande impulso aos conhecimentos da técnica em relação ao restauro, sendo que este trabalho será publicado em livro após término das obras. Neste caso não há um programa de formação de técnicos especializados, como é recomendado pelos vários autores, mas foi estabelecida uma exposição chamada “Canteiro Aberto” que pode ser considerada como um tipo

de programa de educação, pois que se fornece acesso ao acompanhamento da obra pelo público.

Quanto ao material constituinte, o uso da cal nas construções de taipa de pilão provou-se bastante útil em relação à resistência à umidade, uma vez que melhora sua impermeabilidade a água, mas ainda permitindo o transporte de vapor, e assim a sua consolidação.

8.2 RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

A técnica da “taipa de pilão” era totalmente dependente das jazidas locais. Todos os monumentos foram feitos com diferentes traços oriundos das jazidas presentes em suas respectivas regiões. É, portanto, útil um estudo a respeito dos traços originais e dos traços empregados nos projetos de restauro a fim de se obter um melhor conhecimento da compatibilidade entre os traços e, assim, fornecer uma seqüência de procedimentos a serem adotados. Propõe-se um estudo semelhante para os traços dos revestimentos.

Demonstra-se que acrescentando cal ao traço de terra se provoca uma consolidação do material, portanto, se mostra adequada a realização de uma pesquisa a respeito da influência da cal na conservação da material, ou seja, quanto tempo mais um monumento, usando cal no traço, dura em relação a um monumento onde não se faz o seu uso.

Se faz importante, também, um estudo a respeito da influência dos modos de aplicação da cal: 1) se for misturado no traço original (como foi feito na igreja de Pirenópolis); 2) na forma de um revestimento; ou 3) aplicando-se através da técnica da “taipa calicostrada”. Podem ser utilizados bancos de dados das edificações e dos monumentos no Brasil e no mundo. Os resultados necessitam ser testados por laboratórios de campo semelhante ao projeto de “Fort Selden” no novo México, nos Estados Unidos.

Também podemos recomendar uma pesquisa na influência do grau de umidade na resistência à compressão nas paredes de taipa de pilão. Não há indícios de qual seria o grau máximo de umidade antes da estrutura desmoronar. E qual seria sua influência nas forças dinâmicas, ou seja, vibrações, causando, portanto,

uma força muito ativa nos contornos dos monumentos nas cidades tombadas. Sendo assim, podem-se colocar instrumentos que meçam a umidade nas paredes que sofrem maior risco deste tipo de desagregação e assim evitar colapso destes tipos de estruturas.

Mais importante é um estudo sobre um programa para formar técnicos especializados, pois na maioria dos casos o *know-how* da técnica é perdido e precisa ser recuperado. A técnica se difundiu na cultura brasileira, desde que os primeiros portugueses começaram a ocupar terras brasileiras, pela estruturação das edificações de grande valor histórico e artístico. A formação deste novo técnico especializado é fundamental no resgate desta parte do patrimônio brasileiro.

Caso seja feito um estudo mais aprofundado e elaborado no campo das patologias das estruturas de taipa de pilão devia se distinguir dois tipos de estruturas: 1. estruturas cobertas e fechadas (e.g. residências); 2. estruturas sem cobertura (e.g. muralhas). As primeiras sofrem mais influência dos agentes de degradação, comum nas edificações devido à criação de ambientes diferentes, que resulta em um fluxo hídrico e térmico. Enquanto no segundo tipo de estruturas se encontram mais danos, devido à erosão e uma combinação do vento e umidade ascendente.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

- ____ IPHAN, <http://www.iphan.gov.br/>, acessado no 28 de julho 2005
- ____ artigo **“Historic Pingyao Wall Collapses”** no jornal “China Daily” de 20 de novembro 2004 consultada no 23 de abril 2005 no site http://english.china.com/zh_cn/culture_history/news/11020710/20041020/11923212.html
- ____ relatório **“Periodic Reporting Section II - State of Conservation of specific World Heritage property”** consultada no 13 de março 2005 no site do UNESCO <http://whc.unesco.org/>
- ALVARENGA Maria Auxiliadora Afonso. **A Arquitetura de terra no ciclo do Ouro, em Minas Gerais – Brasil**. 7ª Conferencia Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra. Silves, Portugal. DGEMN 1993, p. 29-36.
- ÁVILA Affonso, GONTIJO João Marcos Machado, MACHADO Reinaldo Guedes. **Barroco Mineiro: Glossário de Arquitetura e ornamentação**. São Paulo: Cia. Melhoramentos, 1980. 220 p.
- BASSEGODA Juan Nonell. **Uma obra de taipa de Antonio Gaudí**. 8th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture – Terra 2000, Torquay, Devon, UK, p. 195-200.
- CARDOSO Viviana Souza Valle. **Sistematização das causas das patologias em edificações antigas em pau-a-pique e pedra**. Tese (Mestrado) – UFF/, 2003.
- CHAUDRY Charu. **History, Tradition, Change and Continuity – Description of the Traditional Techniques of Earth Construction in Western Himalayas**. 9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture – Terra 2003, Yazd, Iran, p. 81-86.

- CHING Francis D. K. **Dicionário Visual de Arquitetura**. Martins Fontes, São Paulo, 2000. Original title: Visual Dictionary of Architecture. ISBN 85-336-1001-7.
- COINTERAUX François. **Les cahiers de l'architecture rurale**. Paris, 1790.
- COROMINAS Joan, PASCUAL José A.. **Diccionario Crítico Etimológico Castellano e Hispánico**. Editorial Gredos, Madrid, 1983, p. 410. ISBN 84-249-1362-0.
- CORONA&LEMOES. **Dicionário de arquitetura brasileira**. 2ª edição (Fac.-Simili) 1989. Editora e Distribuidora Artshow Books Ltda, Rua Guaratuba 220 SP CEP 04310.
- CRUZ Mauro, o jornal **O Popular** de 5 setembro 2002.
- CURADO Ramir. **Todos os caminhos levam à Capela de Corumbá: formação espaço urbano de um arraial aurífero**. As cidades dos sonhos: desenvolvimento urbano em Goiás. Nasr Fayad Chaul e Luis Sérgio Duarte – organizadores. Editora UFG, Goiânia, 2004. ISBN 85-7274-229-8
- DANGELO André Guilherme Dornelles. **Subsídios Metodológicos para consolidação e restauro de estruturas em Taipa de Pilão**. 3º Congresso Internacional Sobre o Comportamento de Estruturas Danificadas: DAMSTRUC, p. 541-548. Rio de Janeiro, 2002.
- DASSLER Lee. **Agriecture. Earthen architecture in France, Britain and the United States as recorded in eighteenth and nineteenth century treatises, journals and pattern books**. 1989.
- DETHIER François. **Arquitetura de terra**. Edition original en français, editions du Centre Pompidou, 1986, Paris. ISBN 2-85850-326-5.
- DOAT Patrice, HAYS Alain, HOUBEN Hugo, MATUK Silvia e VITOUX François. **Construir em terra**. Por CRATerre, Tomo I. Latino Impresores, Colômbia, Bogotá, 1996.
- FARJALLAT Célia Siqueira. **A catedral de Campinas**. Correio Popular, Campinas, 08 dez., 2000.
- FREITAS Mônica Rosa de. **Arquitetura de terra: Aplicação de Novos Conceitos e Métodos de Restauração Utilizando Técnicas Retrospectivas não Agressivas**. Tese (Mestrado) – UFF/CT, 2002.

- FERNANDEZ Rosa Amélia Flores. **Estudo Da Taipa de Pilão Visando As Intervenções Em Edificações De Interesse Cultural**. UFBA/FAU, 1995.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **O dicionário da língua portuguesa – míni**. Editora Posigraf S.A., Curitiba. 6ª edição, 2004. ISBN 85-85296-15-1.
- GUILLAUD Hubert, JOFFROY Thierry, ODUL Pascal e CRAT-erre EAG. **Compressed Earth Blocks: Manual of Design and Construction**. Volume II. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit – GTZ, 1985. ISBN 3-528-02080-6.
- GUILLAUD Hubert. **Editorial - A major objective**. Bulletin D' INFORMATION, n° SPÉCIAL 18 & 19, 1ª e 2ª trimestre 1996. CRATerre-EAG, Projet GAIA, ICCROM. ISSN 0999-6257.
- GUPTA Divay. **Conserving the Heritage in Ladakh case study of Basgo temples**. 9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture – Terra 2003, Yazd, Iran, p. 221-253.
- HALL Matthew, DJERBIB Youcef. **Rammed Earth sample production : context, recommendations and consistency**. Construction and Building Materials 18, 2004, p. 281-286. Elsevier Ltd..
- HOUAISS Antônio, VILLAR Mauro de Salles, FRANCO Francisco Manoel de Mello. **Dicionário da língua portuguesa**. Instituto Antônio Houaiss. Editora Objetiva, 2001. ISBN 85-7302-383-X.
- JEANNET Jacky, PIGNAL Bruno, POLLET Gérard, SCARATO Pascal. **LE PISÉ Patrimoine, Restauration, Technique d'avenir**. Editions CRÉER 63340 Nonette; ISBN 2-909797-94-5, 2003.
- KATINSKY Julio Roberto. **Casas Bandeiristas**. Instituto de Geografia, USP, 1976, São Paulo.
- KEAFER Luís Fernando. **A Evolução do Concreto Armado**. São Paulo, 1998.
- LEAL Fernando Machado. **Restauração e Conservação de Monumentos Brasileiros**. Universidade Federal de Pernambuco, 1977.
- LEMOES Carlos A.C. **Casa Paulista**. Edusp, 1999. ISBN 85-314-0471-1.

- LÓPEZ MARTÍNEZ, Francisco Javier. **Tapias y tapiales**. LOGGIA - ano III - N°8, Editora Servicio de publicaciones Universidad Politécnica de Valencia 1999, ISSN 1136-758-X.
- MASCARENHAS Alexandre Ferreira. **Monumenta: A Program on Conservation and Sustainable Rehabilitation of Brazilian Historical Centers**. 9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture – Terra 2003, Yazd, Iran, p. 388-395.
- MESBAH, A., MOREL J.C., GENTILLEAU J.M., OLIVIER M.. **Solutions techniques pour la restauration des remparts de Taroudannt (Maroc)**. Terra 2000: 8th international conference on the study and conservation of earthen architecture, Torquay, Devon, UK, May 2000. London: James & James, 2000, p. 266-271, ISBN 1-902916-05-0.
- MINKE Gernot. **Lehmbau – Handbuch, Der baustoff Lehm und seine Anwendung**. Okobuch Verlag, Staufen bei Freiburg. 1995, Freiburg. ISBN 3-922964-56-7.
- OLIVEIRA Mário de Mendonça. **I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra**. Projeto PROTERRA, Salvador, 2002.
- OLIVER Anne. **Fort Selden Adobe Test Wall Project – Phase I Final Report, Historic Preservation and Architectural Conservation**. Socorro, New Mexico, 2000.
- PAIVA Celso Lago. **Cupins e o patrimônio histórico edificado**. Artigo (p. 133-162) no livro do: FONTES Luiz R. e BERTI FILHO Evôneo, Editores. Cupins – o desafio do conhecimento [Térmites: the challenge of learning of them]. Piracicaba, FEALQ, 512 p., 1998.
- PALAZZI ZAKIA Silvia Amaral. **Senzala da antiga Fazenda Lapa: um estudo de caso**. Memória e vida cultural de Campinas – SARAQ. Volume 3, numero 6, março 2005, ISSN 1677-7816, Unicamp.
- PEREIRA Paulo César Xavier. **Negando a tradição: Tebas e a negação das construções de taipa em São Paulo**. 7ª Conferencia Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra. Silves, Portugal. DGEMN 1993, p. 134-138.
- PIEPER Richard. **Earthen Architecture in the Northern United States: European Traditions in Earthen Construction**. Cultural Resource Management No 6, 1999. United States.
- POTENZA Marcos, JÚNIOR João Justi, ZORZENON Fransisco José. **Cupins Subterrâneos**. Instituto de biológico de São Paulo. SENTRICON - Centro de informações sobre cupins. <http://www.dowagro.com/br/sentricon/cupins/subter.htm>, 2005.

PUCCIONI Silvia e LYRA Cyro C. **O uso da taipa de pilão em construções luso-brasileiras.** 7ª Conferencia Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra. Silves, Portugal. DGEMN 1993, p. 296-298.

PUCCIONI Silvio, LIMA Sérgio José Fagundes de Sousa. **General Considerations on the Preservation of Earthen Architecture in Minas Gerais, Brazil; a proposal for reinforcement of a brayed mud wall structure.** 6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture, Las Cruces, New Mexico, USA, p. 302-307. October 14-19, 1990. Getty Conservation Institute, Los Angeles, USA.

REIS FILHO Nestor Goulart. **Evolução Urbana do Brasil.** Livraria pioneira editora / editora da universidade de São Paulo, 1968.

_____ <http://www.arcoweb.com.br/entrevista/entrevista52.asp> , acessado 29 de julho 2005.

RIBEIRO Orlando, **Geografia e Civilização.** Instituto de Alta Cultura.Univ. de Lisboa, 1961.

RONDELET Jean. **Traité Théorique et Practique de l' Art de Bâtir.** 1803.

ROWELL Galen, CUSHMAN ROWELL Bárbara. **2004 Calendar.** International Campaign for Tibet, Washington, United States. Amber Lotus Publishing, 2003.

RUSSO Cristóbal. **Lesiones de los Edificios.** Segunda edición española, 1954. Salvat Editores S.A., Barcelona, Espagne.

SAIA Luís. **Morada Paulista.** Editora Perspectiva, São Paulo, 1972

SAMPAIO Suzanna. **Sao Paulo – The impact of change and the recovery of intangible heritage.** ICOMOS 14th General Assembly and Scientific Symposium – “ Place, Memory, Meaning: Preserving Intangible Values in Monuments and Sites” . Victoria Falls, Zimbabwe, 27-31 October 2003.

SANTOS F. Paulo. **A Arquitetura Religiosa em Ouro Preto.** Rio de Janeiro 1951, Livraria Kosmos

SCHMIDT Carlos Borges. **Construções de Taipa.** Boletim de Agricultura, São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1949.

_____ **Construções de taipa: alguns aspectos de seu emprego e da sua técnica.**

São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1946.

SERRANO Julián Salas, RÍOS Luís Silvio, GIGOGNE Hugo Perreira. **HABITERRA**

– **Exposicion Iberoamericana de construccion de tierra.** Escala, revista de arquitectura fondo editorial. Bogotá, Colombia, 1995.

TELLES, Augusto Carlos da Silva. **Atlas dos Monumentos Históricos e Artísticos do Brasil.** São Paulo: Nova Cultural, 1986.

TORRE LÓPEZ M.J. de la, SEBASTIÁN P.E., RODRÍGUEZ G.J.. **A study of the wall material in the Alhambra (Granada, Spain).** Cement and Concrete Research, Vol. 26, No. 6, pp. 825-839, 1996.

VASCONCELLOS Sylvio de. **Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos.** UFMG, Belo Horizonte 1979, 5ª edição revista.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

_____. <<http://www.matrizdepirenopolis.com.br/>>, acesso em 6 abril 2005

_____. **Advisory Body Evaluation** do Palácio Potala consultada no 3 de março 2005 no site do UNESCO <http://whc.unesco.org/>

_____. **Advisory Body Evaluation** da Muralha Chinesa consultada no 10 de março 2005 no site do UNESCO <http://whc.unesco.org/>

_____. **Advisory Body Evaluation** do Ping Yao consultada no 25 de fevereiro 2005 no site do UNESCO <http://whc.unesco.org/>

ALMOYNA Julio Martínez. **Dicionario de Espanhol-Portugues**. Porto Editora, 1990. Portugal. ISBN 972-0-05040-3.

BIAPÓ/IPHAN **Salvamentos, outubro e novembro 2002.**

BIAPÓ/IPHAN **1º Relatório dos Serviços, outubro, novembro e dezembro 2003 e janeiro 2004.**

BIAPÓ/IPHAN **2º Relatório dos Serviços, fevereiro, março, abril 2004.**

BIAPÓ/IPHAN **3º Relatório das Obras, maio, junho, julho 2004.**

BIAPÓ/IPHAN **4º Relatório de Obras, agosto, setembro e outubro 2004.**

DIAS Gabriel José Palma. **A terra crua como material de construção**. 7ª Conferencia Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra. DGEMN, Silves, Portugal, Outubro 1993. p. 304-309.

_____. **Uso da taipa no Alentejo: apontamentos em defesa da sua reutilização**. 7ª Conferencia Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra. DGEMN, Silves, Portugal, Outubro 1993. p. 123-128.

FEITOSA Maria José G. **Novas técnicas de restauração em adobe**. Salvador, UFBA 1986.

GALLEGO ROCA Francisco Javier, VALVERDE ESPINOSA Ignácio, LÓPEZ OSORIO José Manuel, SANTOS FERNÁNDEZ Ana María de los, MARTÍN BARRANCO José, ONTIVEROS ORTEGA Esther, FAJARDO MARTÍNEZ Reyes. **The city walls of Granada (Spain): use, conservation and restoration**. Conferência internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra (7a). Silves, Portugal, DGEMN, 1993, p. 272-277.

HASLINGHUIS E.J., JANSE H.. **Bouwkundige Termen – Verklarend woordenboek van de westerse architectuur- en bouwhistorie**. Primavera Pers, Leiden, Paixes-baixos, 2001. ISBN 90-74310-77-x.

MELLO Franco Afonso Arinos de. **Desenvolvimento da Civilização Material no Brasil**. Publicações do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, Ministério da Educação e Saúde, n° 11, 1944.

SCARATO Pascal. **Construire et restaurer en pise**. Vieilles maisons françaises n. 196, 2003, p. 56-60

GLOSSÁRIO

Adobe

Palavra árabe e berbere assimilada pelo espanhol, e transmitida às Américas, onde foi adotada pelo inglês. Designa tijolos de terra crua, secados ao sol (após a sua modelagem em formas), utilizados modo clássico para a edificação de paredes ou, de maneira mais elaborada, para a realização (com ou sem tramas) de abóbadas ou cúpulas. A terra é misturada com água e fibras vegetais (mais usualmente palha picada), a fim de formar um todo resistente (DETHIER, 1992, p. 13). Adobe ou adobo, grande tijolo de barro seco ao sol. Na sua confecção, ao barro bem amassado às vezes eram adicionadas palha, crina, etc., para aumentar a resistência (ÁVILA, et. al., 1980, p.18).

Agulha

Pequena peça de madeira cilíndrica, com orifícios nas extremidades, que suportava as duas tábuas paralelas do taipal, entre as quais era socada a terra úmida. Nos seus dois orifícios eram encaixados os sarrafos, ou “pontais” que garantiam a verticalidade da parede. Pronta e seca a camada de taipa pilada, eram as agulhas retiradas e enfiadas em orifícios superiores adrede deixados pelos “tacos”. A êstes orifícios, que mais tarde eram enchidos com barro ou paus roliços, dava-se o nome de agulheiro ou **cabodá** (CORONA&LEMO, 1989, p. 15). Barra de ferro ou peça de madeira que serve para manter paralelas as tábuas dos taipais (DOAT et. al., 1996, p. 211).

Alicerce	Maciço de alvenaria que serve de base às paredes de um edifício (ÁVILA, et. al., 1980, p. 19).
Apiloado	Diz-se do terreno ou piso batido ou calcado com pilão ou soquete (ÁVILA, et. al., 1980, p. 20).
Baldrame	Designação genérico a aplicada aos alicerces de alvenaria em geral ou às vigas de concreto armado que correm as fundações de qualquer tipo. Também chama-se baldrame a peça de madeira deitada ao longo dos alicerces de alvenaria, que recebe o vigamento dos soalhos. E a viga de madeira ensamblada nos esteios sobre a qual se apóia uma parede de vedação, desde a de taipa de mão até a de alvenaria (CORONA&LEMOS, 1989, p. 25). Nome dado ao embasamento de alvenaria, cantaria ou ensilharia. Localizado entre o alicerce e o nascimento das paredes. Vamos encontrar no caso de pavimentos elevados do solo. Diz-se também de viga de madeira nas estruturas independentes, de onde partem as paredes ou onde as mesmas se apóiam (ÁVILA, et. al., 1980, p. 25).
Cabodá	Orifício que aparece nas paredes de taipa de pilão, originadas pela retirada das agulhas dos taipais. O mesmo que agulheiro (CORONA&LEMOS, 1989, p. 31).
Cachorro	Peça de pedra ou madeira, em balanço, que serve de elemento de sustentação, suportando beiras de telhados ou pisos de sacadas ou balcões. A respeito dos tipos de cachorros dos beirais e dos vários modos de engastamento daqueles elementos estruturais (CORONA&LEMOS, 1989, p. 31).
Caiação	Processo rústico de pintura, à base de água e cal, associado ou não a pigmentos coloridos (ÁVILA, et. al., 1980, p. 29).
Caibro	Peça de madeira, geralmente de secção próxima ao quadrado, que junto com outras sustenta as ripas dos telhados ou as

tabuas dos soalhos. Nos telhados, apóia-se nos cumieiras, nos terças e nos frechais (CORONA&LEMOS, 1989, p. 32).

Cantaria	Obra de pedra aparelhada (ÁVILA, et. al., 1980, p. 30).
Cascalho	[lat. Quisquilia] Pedra britada ou lascas de pedra, não raro misturadas com areia grossa e fragmentos de tijolos, utilizados em materiais de construção (FERREIRA, 2004).
Cimento	Mistura finamente moída de compósitos inorgânicos que quando combinados com água endurecem por hidratação (KEAFER, 1998, p. 4).
Cob	Palavra inglesa, utilizado em Grã Bretanha designa o barro misturado com palha picada, cal e às vezes uma pequena quantidade de agregados (seixos) (DOAT et. al., 1996, p. 212).
Concreto	Material plástico, que é moldado de maneira a adquirir a forma desejada antes que desenvolva um processo de endurecimento, adquirindo resistência suficiente para resistir sozinho aos esforços que o solicitam (KEAFER, 1998, p. 3).
Costa	Nome que os taipeiros do vale do Paraíba davam aos paus roliços verticais, que asseguravam a verticalidade dos taipais. E Portugal a mesma peça recebe o nome de pontal (CORONA&LEMOS, 1989, p. 35). Cada um das peças verticais que servem para manter as tábuas dos taipais em posição vertical (DOAT et. al., 1996, p. 212).
Emboço	A primeira camada de argamassa que se assenta na parede antes do reboco (ÁVILA, et. al., 1980, p. 26).
Esteio	Peça vertical, de madeira, pedra ou ferro, usada para sustentar parte da parede, teto ou edificação (ÁVILA, et. al., 1980, p. 41).
Formigão	Mistura dosada de terra, pedregulho, água e cal ou outro ligante, própria para construção de paredes de taipa de pilão;

formigame, betão. Provavelmente por influência espanhol “hormigón”, “mistura de cal, areia e cascalho” (HOUSSIAN et. al., 2001). Em Portugal, nome que se dá à mistura de uma parte de cal para três partes de saibro apiloada dentro de formas, à maneira da taipa de pilão, sendo variável o grau de umidade (CORONA&LEMOS, 1989, p. 42).

Frechal

Nome que se costume dar à viga de madeira que, apoiada ao longo de uma parede, recebe e distribui uniformemente as pressões exercidas por elementos eqüidistantes, como por exemplo, caibros de telhados, barrotes de sobrados, prumos, pés direitos ou esteios de frontais, etc. Diferenciam-se dos baldrames devido ao modo de apoio. Enquanto aquelas peças são ancoradas somente nos extremidades ou num ou outro burro, o frechal apoia-se em toda a sua extensão na alvenaria, não trabalhando à flexão (CORONA&LEMOS, 1989, p. 43). Viga que arremata o topo das paredes, servindo de apoio aos caibros e ao vigamento do telhado (ÁVILA, et. al., 1980, p. 45).

Fundação

Antes de tudo, o termo designa aquilo onde repousam os fundamentos de um edifício. Assim, em um terreno firme a fundação nada mais é que o próprio solo, pronto para receber as cargas do prédio a ser levantado. Em terrenos compressíveis, a fundação pode ser constituída de estacas cravadas, brocas, etc. Na linguagem vulgar, o mesmo que alicerce (CORONA&LEMOS, 1989, p. 45).

Fundamento

Termo cujo significado às vezes confunde-se com o de fundação, designa na realidade, o complexo de construções efetuadas abaixo do nível do chão, que sustenta o edifício. O fundamento apóia-se na fundação. Diz-se fundamento sobre terra firme, sobre rocha, sobre estacas, etc.. O mesmo que alicerce ou embasamento (CORONA&LEMOS, 1989, p. 45).

Hormigon	Mistura de aglomerante, areia e cascalho, fragmentos de tijolos amassados com água. Segundo o aglomerante está empregada, o hormigon é de cimento ou de cal; si entram ambos componentes se chama bastardo (DOAT et. al., 1996, p. 212). Betão, formigão, mistura de cal, areia e cascalho (ALMOYNA, 1990, p. 111).
Madre	Viga sobre a qual assentam os barrotes ou dormentes dos soalhos. Vigas dos sobrados ou dos pontes de madeira (CORONA&LEMOS, 1989, p. 51).
Ombreira	Cada uma das peças verticais das portas e janelas que sustentam as padieiras ou vergas (ÁVILA, et. al., 1980, p. 67).
Pau a pique	Tipo de vedação obtido pelo revestimento de grades de varas de madeira por argamassa de barro. Resulta de paredes leves, com cerca de 15cm de espessura. O mesmo que taipa de sebe, barro-de-mão, taipa de mão, taipa de sopapo ou taipa de pescoção. (ÁVILA, et. al., 1980, p. 71 e 87).
Pilão	Instrumento cilíndrico ou de outra forma prismática pesada, próprio para quebrar pedras, apertar e compactar terras, etc. (DOAT et. al., 1996, p. 212).
Reboco	Argamassa de cal e areia ou, modernamente, cimento e areia, para revestimento de paredes e outras partea da construção, alisando-as e preparando-as para recebimento de caiação ou pintura (ÁVILA, et. al., 1980, p. 81).
Saibro	[lat. Sabula] Mistura de argila e areia grossa, usado no preparo de argamassas (FERREIRA, 2004).
Sapata	Parte do alicerce mais larga do que as paredes que sobre ele se assentam (ÁVILA, et. al., 1980, p. 83).

Taipal	Molde composto por duas tábuas apoiadas por as costas e as agulhas (DOAT et. al., 1996, p. 213). Também chamada taipão (CORONA&LEMOS, 1989, p. 165).
Tarras	Uma rocha vulcânicos que era adicionada à mistura, geralmente na forma de um pó, aargamassa ou o concrete.
Tupir	Palavra espanhola, significando “apertar muito uma coisa fechando os seus poros e interstícios” (ALMOYNA, 1990)
Verga	Peça de madeira ou cantaria que se apóia nas ombreiras, em portas, janelas, etc., para sustentar a parede acima do vão. O mesmo que padieira (ÁVILA, et. al., 1980, p. 95).

ANEXOS

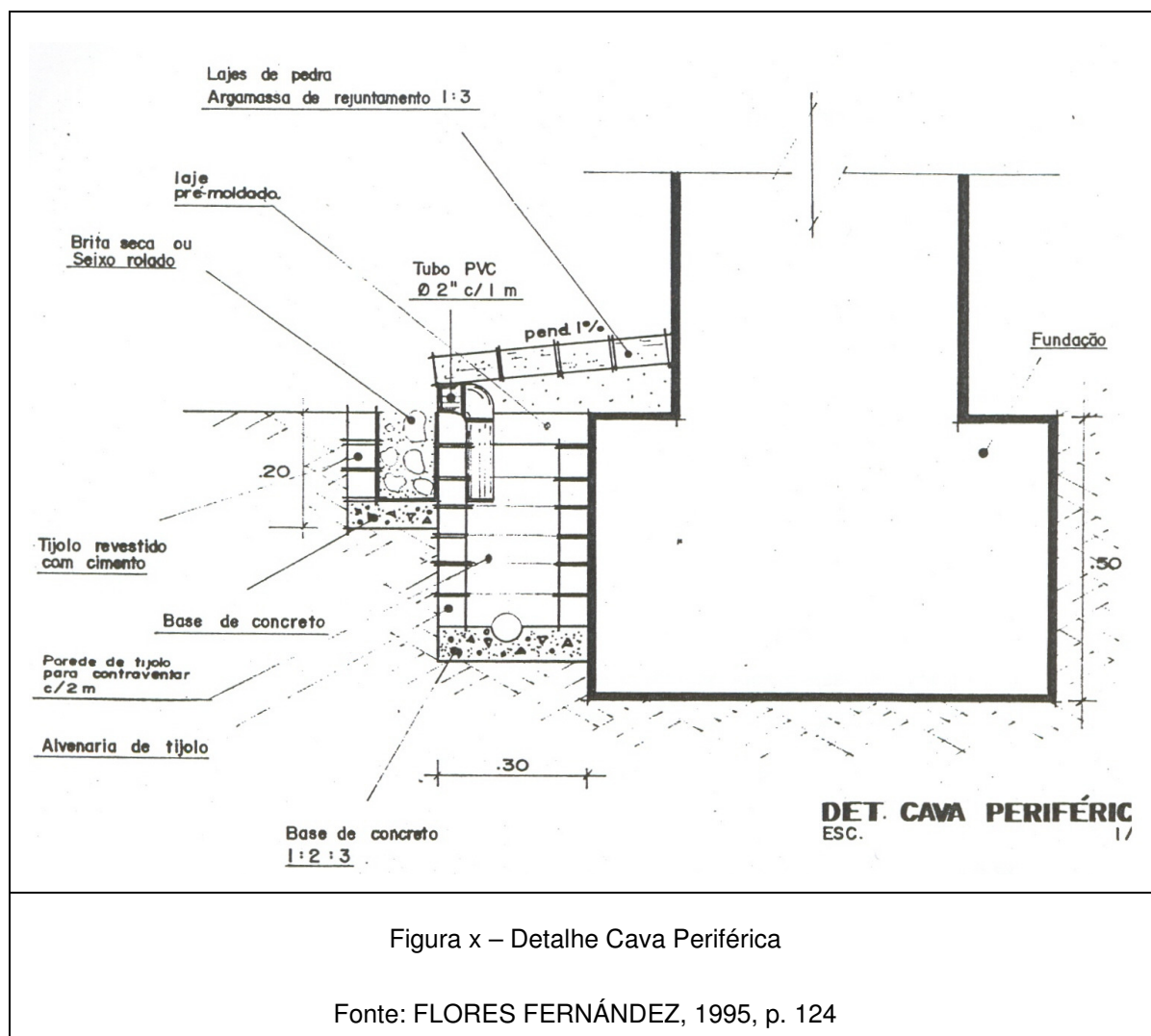


Figura x – Detalhe Cava Periférica

Fonte: FLORES FERNÁNDEZ, 1995, p. 124