UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

MÔNICA CRISTINA HENRIQUES LEITE OLENDER

A TÉCNICA DO PAU-A-PIQUE:
subsídios para a sua preservação

Salvador – Bahia
2006

MÔNICA CRISTINA HENRIQUES LEITE OLENDER

A TÉCNICA DO PAU-A-PIQUE:
subsídios para a sua preservação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia como requisito para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração Conservação e Restauração.
Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Cybèle Celestino Santiago

Salvador – Bahia
2006

MÔNICA CRISTINA HENRIQUES LEITE OLENDER

A TÉCNICA DO PAU-A-PIQUE:
subsídios para a sua preservação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia como requisito para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração Conservação e Restauração.

Aprovada por:

_____

Prof[a]. Dr[a]. Cybèle Celestino Santiago

_____

Prof[a]. Dr[a]. Vanessa Silveira Silva

_____

Prof[a]. Dr. Sandro Lemos Machado

Salvador – Bahia
2006

Olender, Mônica Cristina Henriques Leite
A técnica do pau-a-pique: subsídios para a sua preservação./
Mônica Cristina Henriques Leite Olender. – Salvador: UFBA/PPGAU, 2006.

xxvii, 119f: il.; 29,7 cm.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia/ Faculdade de Arquitetura – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2006.

Área de concentração: Conservação e Restauro.
Bibliografia: f. 95-103

1. pau-a-pique. 2. terra crua. 3. patrimônio cultural. 4. preservação.
5. conservação. I. Santiago, Cybele Celestino. II. Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Dedico este trabalho a todos aqueles que sempre me ajudaram e torceram pelo meu sucesso: meu marido, meus pais, meus irmãos, meus avós e meus amigos.

AGRADECIMENTOS

À Prof[a]. Dr[a]. Cybèle Celestino Santiago, pela orientação do trabalho.

Aos professores Paulo Burgos, da Escola Politécnica da UFBA e Silvia Puccioni, do curso do CECRE, pela orientação em dois capítulos fundamentais da dissertação.

À toda a equipe do NTPR, principalmente ao Allard, que sempre me deu todo o apoio de que precisei.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos técnicos do Escritório do IPHAN na cidade de Tiradentes, em especial à arquiteta Isabel Câmara, pela atenção de sempre.

Ao meu marido Marcos, pelo companheirismo, compreensão e o carinho de sempre.

Aos meus pais e meus irmãos que tiveram, durante um bom tempo, que disputar com o pau-a-pique uma horinha comigo...

Aos arquitetos Raymundo Rodrigues e Wilza Lopes e à engenheira Célia Neves, por sempre se mostrarem dispostos a me ajudar nas pesquisas e na elaboração do trabalho.

À Rita Dória, Luzia dos Santos e Bete Gándara que me deram casa, comida e roupa lavada em Salvador. Rita e Luzia também tiveram papel fundamental nessa fase de elaboração do trabalho porque, juntas, conseguimos, por diversas vezes, espantar as “neuras” e as dificuldades de se fazer uma dissertação rindo, chorando e comendo muito acarajé! Obrigado, minhas amigas!

Às minhas irmãzinhas do coração Lívia, Marcinha, Fayb´s e Rê Ceridono, por todo o apoio e amizade.

À equipe do PERMEAR que agüentou o meu mau humor e a minha "nervosia".

A todos aqueles que sempre torceram por mim: meus tios Marta, Marcos e Ilvany; meus avós; D. Ester, Regina, Fany, Abrahão, Blandina e Jaiminho; Aline Santos; Paulo e Malu Gawri; Rachel Falcão; Juciara (da Rita); João Carlos Cruz de Oliveira e Cláudia Bleichner.

À Milena Andreola, amiga querida, pelo apoio no finalzinho...

Aos proprietários dos edifícios que foram pesquisados durante o trabalho.

E, finalmente, a meus protetores: Deus, cuja luz iluminou meus passos e minhas idéias e cuja força me amparou nos momentos mais difíceis; à Santa Terezinha, N. Sra. Aparecida e N. Sra. da Glória, que estão sempre junto comigo.

A CASA

“[...]Uma casinha de pau-a-pique, das bem pobrezinhas, se faz assim: primeiro se escolhe um lugar plano que é limpo de todos os matos e pedras. Depois, nos cantos da casa que vai ser (até o mais pobre, antes de começar a fazer a casa no terreno, já fez a casa nos pensamentos. Nos seus pensamentos está a "planta" da casa...) fincam-se paus de madeira forte, que não apodreça com a umidade. Depois amarram-se com cipó (não havia pregos) nos paus fincados, paus colocados em cima, na horizontal. Amarram-se também paus nos lugares onde vão ser as portas e as janelas. E paus para o futuro telhado. Feita essa armação forte, trança-se, entre os paus, uma grade de paus finos. A casa fica parecendo uma prisão ou, quem sabe, um galinheiro. Aí vem a parte divertida. Os amigos se reúnem em mutirão para amassar barro grudento. Tem de ser grudento porque, se não for, quando o barro secar, as paredes se esfarinham. Um segredo técnico: se se misturar bosta de vaca com o barro, o barro fica mais forte, dá mais liga. Das vacas se usa tudo, dos chifres à bosta. E esse é o nome que tem de ser falado. Bosta. Não serve cocô. Não serve fezes. Não serve excremento. De vaca, é bosta. Se não for bosta não dá liga e nem serve para adubar. Aí começa a brincadeira. Um grupo de dentro da casa e outro de fora. Cada um com seu monte de barro. E começam a por o barro na treliça de madeira. É assim que começa. Mas freqüentemente termina de outro jeito, especialmente se os construtores forem jovens. É

fácil passar do "por" o barro para "jogar" o barro... Mas as treliças são buracos amarrados com pauzinhos. O barro passa para o outro lado e acerta a cara de quem está do lado de lá - e o mutirão se transforma numa batalha alegre... Não há telhas para cobrir o teto. Teto se faz com sapé amarrado. Sapé é um capim que cresce nos campos. Não serve para nada. Só para cobrir. Está pronta a casa, de chão batido. Faltam duas coisas. As camas, que se fazem com paus fincados no chão e bambus atravessados - tem o nome de "jirau" - onde se põe o colchão de palha de milho, e o fogão de lenha. [...]”.[1]

Rubem Alves

[1] disponível em http://www2.uol.com.br/aprendiz/n_colunas/r_alves/id120601.htm

RESUMO

O pau-a-pique ou taipa de mão, como também é conhecido, representa uma das primeiras técnicas construtivas utilizadas no Brasil, tendo sido usado em uma considerável parcela dos edifícios que integram o patrimônio cultural brasileiro, muitos deles fazendo parte de núcleos urbanos reconhecidos mundialmente pela UNESCO como patrimônio da humanidade. Apesar disso, um número preocupante desses edifícios é perdido a cada ano devido, principalmente, ao desconhecimento da técnica, dos seus materiais constituintes e de formas adequadas de nela se intervir. Nesse sentido, o presente trabalho busca fornecer subsídios para a preservação do pau-a-pique, trazendo informações que: do ponto de vista histórico, visam ressaltar a sua utilização no Brasil e a sua importância para a história da arquitetura brasileira; do ponto de vista tecnológico, visam apresentar a técnica através das formas como mais comumente é encontrada (o que inclui seus materiais constituintes) e do ponto de vista da preservação, visam fornecer dados para uma adequada conservação dos edifícios de valor cultural com ele construídos, principalmente se os mesmos necessitam de intervenções de restauração.

PALAVRAS-CHAVE: pau-a-pique, terra crua, patrimônio cultural, preservação, conservação, proposta de intervenção.

ABSTRACT

The wattle-and-daub method or “mud wall” as it is also known, represents not only one of the first building techniques utilizes in Brasil, but also a considerable number of nuildings which make up the Brazilian historical heritage, many of which are part of urban nucleus worldly recognized by UNESCO as a Heritage of Humanity. Despite that, a concerning number of such buildings is lost every year, mainly due to the lack of knowledge of the technique, their constitutive materials and the adequate ways to intervene. In this sense, the present work aims to provide the subsidies for the preservation of the wattle-and-daub method by bringing forth information that: from a historic standpoint, intends to highlight its utilization in Brazil and its importance to the history of the Brazilian architecture; from a technological standpoint, intends to present the technique through the ways it is generally found (including the materials it uses); and from a conservation standpoint, intends to provide data for the adequate preservation of the historical buildings built with this technique, especially when such buildings need restorations interventions.

KEY-WORDS: wattle-and-daub, raw earth, cultural heritage, preservation, conservation, proposal intervation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1.1 – Casa "popular" construída precariamente em pau a pique
Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2006

Figura 1.2 – Casa "popular" construída precariamente em pau a pique
Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2006

Figura 1.3 – Imagem que abre a página da Biblioteca Virtual Carlos Chagas onde a má execução do pau a pique está diretamente relacionada com doenças transmitidas por insetos, no caso específico a doença de chagas
Fonte: adaptado de BIBLIOTECA VIRTUAL CARLOS CHAGAS, 2006

Figura 1.4 – Ilustração de Percy Lau para "casas rústicas", onde se destaca a parede de pau a pique
Fonte: FREYRE, 1981, não paginado

Figura 1.5 – Detalhe da figura 1.4

Figura 1.6 – Sede da Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII). Localiza-se em Juiz de Fora/MG
Foto: Mônica Olender, 2002

Figura 1.7 – Sede da Fazenda Boa Esperança (construída no séc. XIX). Localiza-se em Belmiro Braga/MG
Foto: Mônica Olender, 1999

Figura 1.8 – Sede do Engenho d' Água (construído no séc. XVII). Localiza-se em llhabela/ SP
Fonte: ITAPEMAR, 2006

Figura 1.9 – Sede da Câmara Municipal de Vassouras (construída no séc. XIX). Localiza-se em Vassouras/RJ
Foto: Mônica Olender, 2002

Figura 1.10 – Casa do Padre Taborda (construída no séc. XIX). Localiza-se em Itaverava/ MG
Fonte: IEPHA, 2004

Figura 1.11 – Sobrado residencial (construído no séc. XIX). Localiza-se em Santana dos Montes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2002

Figura 1.12 – Sobrado Ramalho (construído no séc. XVIII). Localiza-se em Tiradentes/ MG
IPHAN, 2004

Figura 1.13 – Casa residencial (construída no séc. XIX). Localiza-se no distrito de Rosário de Minas, município se Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.14 – Sede da Fazenda da Bahia (construída no séc. XIX). Localiza-se em Andrelândia/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 1.15 – Casa residencial (construída no séc. XIX). Localiza-se no distrito de Rosário de Minas, município de Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.16 – Fazenda Ribeirão das Rosas: exemplo de um banheiro adaptado, no séc. XX, ao interior do edifício de pau a pique do séc. XVIII. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura 1.17 – Casa do Padre Taborda (construída no séc. XIX). Localiza-se em Itaverava/ MG
Fonte: IEPHA, 2004

Figura 1.18 – Sede da Fazenda da Bahia (construída no séc. XIX). Localiza-se em Andrelândia/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 1.19 – Sede da Fazenda Boa Esperança (construída no sêc. XIX). Localiza-secmBelmiroBraga/ MG
Foto: Mônica Olender, 1999

Figura 1.20 – Sobrado Visconde de Arantes (construído no séc. XIX). Localiza-se em Andrelândia/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 1.21 – Sede da Fazenda da Bahia (construída no séc. XIX). Localiza-se em Andrelândia/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 1.22 – Sede da Fazenda Paraíba (construída no séc. XIX). Localiza-se em Andrelândia/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 1.23 – Sede da Fazenda das Pedras (construída no séc. XIX). Localiza-se em Andrelândia/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 1.24 – Sede da Fazenda Santa Maria (construída no séc. XIX). Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.25 – Sede da Fazenda Boa Esperança (construída no séc. XIX). Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 1999

Figura 1.26 – Conjunto de residências situado no centro urbano do município de Santana dos Montes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.27 – Conjunto de residências situado no centro urbano do município de Santana dos Montes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.28 – Conjunto de residências situado no centro urbano do município de Santana dos Montes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.29 – Sede da Fazenda da Posse (construída no séc. XIX). Localiza-se em Santana dos Montes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.30 – Conjunto de residências situado no centro do distrito dc Rosário de Minas, município de Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.31 – Conjunto de residências situado no centro do distrito de Rosário de Minas, município de Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.32 – Conjunto de residências situado no centro do distrito de Rosário de Minas, município de Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.33 – Sede da Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII). Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura 1.34 – Sobrado Ramalho (construído no séc. XVIII). Localiza-se em Tiradentes/ MG
Foto: Fabiana Tavares, 2006

Figura 1.35 – Igreja Matriz de N. Sr^{a}. da Conceição (construída no séc. XIX). Localiza-se em Paty do Alferes/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.36 – Sede da Câmara Municipal de Vassouras (construída no séc. XIX). Localiza-se em Vassouras/ R.J
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 1.37 – Igreja de São Sebastião do Rio Bonito (construída no séc. XIX). Localiza-se no distrito de Pentagna, município de Valença/ RJ
Foto: Renata Ceridono, 2005

Capítulo 2

Figura 2.1 – Esquema de técnicas construtivas que utilizam a terra crua
Fonte: adaptado de HOUBEN, 1994, p.5

Figura 2.2 – "Palheiros" de pescadores localizados na região central do litoral de Portugal
Fonte: TOLEDO, 1986, p. 108

Figura 2.3 – Muro de moledo. Localiza-se na cidade de Tiradentes/ MG
Foto: Fabiana Tavares, 2006

Figura 2.4 – Parede de taipa de pilão. Localiza-se em Piraí/ RJ
Foto: Renata Ceridono, 2005

Figura 2.5 – Edifício de pau a pique. Localiza-se em Santana dos Montes/ MG
Foto: Rachel Falcão, 2005

Figura 2.6 – Edifício de adobe. Localiza-se em Campos dos Goitacases/ RJ
Foto: Geraldo Filizola, 2005

Figura 2.7 – Abóbadas do templo funerário de Ramsés II. Localiza-se próximo à cidade de Luxor/ Egito
Fonte: FARIA, 2002, p.35

Figura 2.8 – Ruínas das cidadelas cujo conjunto formavam a cidade de Chan-Chán. Localiza-se no Peru
Fonte: FARIA, 2002, p.36

Figura 2.9 – Igreja Matriz de N. Sr^{a}. do Rosário (construída no séc. XVIII). Localiza-se cm Pirenópolis/ GO
Fonte: PIRENÓPOLIS, 2006

Figura 2.10 – Igreja Matriz dc N. Sr^{a}. da Conceição (construída no séc. XIX). Localiza-se em Patv do Alferes/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 2.11 – Vista da cidade de Shibam. Localiza-se no Iêmem do Sul
Fonte: FARIA, 2002, p. 34

Figura 2.12 – Palácio de Alhambra. Localiza-se em Granada/ Espanha
Fonte: TRAVELER HAT, 2006

Capítulo 3

Figura 3.1 – Fases do solo
Fonte: adaptado de NOGUEIRA, p. 35

Figura 3.2 – Forma das partículas
Fonte: adaptado de NOGUEIRA, 1988, p. 32

Figura 3.3 – Estrutura dos solos grossos
Fonte: BUENO, 1984, p. 28

Figura 3.4 – Representação das unidades estruturais da sílica (a) e da alumina (b)
Fonte: NOGUEIRA, 1988, p. 80

Figura 3.5 – Unidade estrutural da caulinita
Fonte: NOGUEIRA, 1988, p. 81

Figura 3.6 – Sobrado Ramalho (construído no séc. XVIII): fibras de sisal usadas entre o emboço e o reboco da parede de adobe. Localiza-se em Tiradentes/ MG
Fonte: IPHAN, 2004

Figura 3.7 – Sobrado Ramalho: detalhe da figura 3.6

Figura 3.8 – Morfologia do tronco de árvores exógenas
Fonte: OLIVEIRA, p. 39

Figura 3.9 – Direções na madeira
Fonte: adaptado de CALIL JUNIOR, 2003, p. 19

Figura 3.10 – Tensão de tração paralela
Fonte: adaptado de CALIL JUNIOR, 2003, p. 40

Figura 3.11 – Tensão de tração perpendicular
Fonte: adaptado de CALIL JUNIOR, 2003, p. 40

Figura 3.12 – Tensão de compressão paralela
Fonte: adaptado de CALIL JUNIOR, 2003, p. 39

Figura 3.13 – Aspecto de peças flambadas
Fonte: adaptado de REBELLO, 2000, p. 50-51

Figura 3.14 – Tensão de compressão perpendicular
Fonte: adaptado de CALIL JUNIOR, 2003, p. 39

Figura 3.15 – Aspecto de peças fletidas
Fonte: adaptado de REBELLO, 2000, p. 57

Figura 3.16 – Flexão em peça de madeira
Fonte: adaptado de CALIL JUNIOR, 2003, p. 41

Figura 3.17 – Tensão de cisalhamento perpendicular
Fonte: adaptado de CALIL JUNIOR, 2003, p. 41

Figura 3.18 – Tensão de cisalhamento paralelo
Fonte: adaptado de CALIL JUNIOR, 2003, p. 41

Capítulo 4

Figura 4.1 – Seção de uma parede de pau a pique
Fonte: adaptado de VASCONCELOS, 1979, p. 49

Figura 4.2 – Edifício residencial (construída no sóc. XX): parede de pau a pique. Localiza-se em Tiradentes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.3 – Esquema de trama simples
Desenho: Mônica Olender, 2006

Figura 4.4 – Esquema de trama dupla
Desenho: Mônica Olender, 2006

Figura 4.5 – Esquema de estrutura autônoma ("gaiola") de madeira existente na Fazenda Ribeirão das Rosas. Localiza-se em Juiz de Foral/ MG
Desenho: OLENDER, 2002

Figura 4.6 – Esquema de estrutura autônoma com vedação em pau a pique
Fonte: ÁVILA, 1996, p. 42

Figura 4.7 – Esquemas gaiola onde se destacam os nabos
Fonte: PISANI, s.d., sem paginação

Figura 4.8 – Esquema dc cruz de Santo André
Fonte: adaptado de VASCONCELLOS, 1979, p. 14

Figura 4.9 – Câmara Municipal de Vassouras (construída no séc. XIX): cruz de Santo André. Localiza-se cm Vassouras/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.10 – Marcas dos dedos gravadas durante o barreamento
Fonte: OIKOS, 2005

Figura 4.11 – Igreja Matriz de N. Sr^{a}. da Conceição (construída no séc. XIX): marcas dos dedos do taipeiro. Localiza-se em Patv do Alferes/RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.12 – Detalhe da figura 4.11. Localiza-se em Paty do Alferes/ RJ

Figura 4.13 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): marcas dos dedos gravadas no barro. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.14 – Taipeiro pisando o barro
Fonte: OIKOS, 2005

Figura 4.15 – Esqueleto de uma casa de pau a pique onde as tramas estão prontas para serem barreadas
Fonte: TOLEDO, 1986, p. 257

Figura 4.16 – Fazenda da Bahia (construída no séc. XIX): trama constituída por paus roliços, tanto os verticais quanto os horizontais. Localiza-se em Andrelândia/ MG
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.17 – Câmara Municipal de Vassouras (construída no séc. XIX): trama constituída por paus serrados, tanto os verticais quanto os horizontais. Localiza-se em Vassouras/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.18 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): trama constituída por paus verticais roliços e paus horizontais serrados. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.19 – Paus verticais encaixados no frechal. Trama feita pelo Sr. José Trindade. Localiza-se em Tiradentes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.20 – Detalhe do encaixe do pau vertical no frechal. Trama feita pelo Sr. José Trindade. Localiza-se em Tiradentes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.21 – Furos para encaixe de paus verticais
Foto: Mônica Olender, 2004

Figura 4.22 – Esquema de encaixe do pau vertical no frechal
Desenho: Mônica Olender, 2006

Figura 4.23 – Câmara Municipal de Vassouras (construída no séc. XIX): encaixe do tipo macho e fêmea do pau vertical no frechal. Localiza-se em Vassouras/RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.24 – Tipo de trama cm que os paus verticais são presos às faces laterais dos frechais e as varas, nas faces posteriores daqueles
Desenho: Mônica Olender, 2006

Figura 4.25 – Tipo de trama em que os paus verticais são presos às faces laterais dos frechais e as varas, nas faces frontais daqueles
Desenho: Mônica Olender, 2006

Figura 4.26 – Protuberância na parede
Fonte: LEMOS, 1999, p. 126

Figura 4.27 – Detalhe da figura 4.26

Figura 4.28 – Fazenda Paraíba (construída no séc. XIX): paus venicais com faces superiores paralelas à face inferior do frechal
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.29 – Tipo de trama em que as extremidades superiores dos paus veriicais são presas em uma ripa fixada na face inferior do frechal
Desenho: Mônica Olender, 2006

Figura 4.30 – Igreja Matriz de N. Sr[a]. da Conceição (construída no séc. XIX): paus verticais presos em ripa fixada no frechal. Localiza-se em Patv do Alferes/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 4.31 – Esquema de colocação das ripas na trama: paralelas e alternadas
Fonte: VASCONCELLOS, 1979, p. 48

Figura 4.32 – Esquema de colocação das ripas em apenas um lado da trama
Fonte: PISANI, s.d., sem paginação

Figura 4.33 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): ripa de madeira extraida de palmeira
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.34 – Trama com os paus amarrados por cipó. Trama feita pelo Sr José Trindade. Localiza-se em Tiradentes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.35 – Fazenda da Bahia (construída no séc. XIX): trama com os paus amarrados por cipó. Localiza-se cm Andrelândia/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.36 – Sobrado Ramalho (construído no séc. XVIII): ripa presa ao pau a pique por prego. Localiza-se em Tiradentes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.37 – Barreamento da trama
Fonte: OIKOS, 2005

Figura 4.38 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): pedaço de revestimcnto. Localiza-se cm Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.39 – Detalhe do revestimento da figura 4.38. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 4.40 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): pintura parietal. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura 4.41 – Fazenda Boa Esperança (construída no séc. XIX): pintura parietal. Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 1999

Figura 4.42 – Casa do Padre Taborda (construída no séc. XIX): pintura parietal. Localiza-se em Itaverava/ MG
Fonte: IEPHA, 2004

Capítulo 5

Figura 5.1 – Etapas em que se divide um projeto de restauração
Fonte: PROGRAMA MONUMENTA, 2003, p. 19-46

Figura 5. 2 – Primeira etapa do projeto de restauração
Fonte: adaptado de PROGRAMA MONUMENTA, 2003, p. 20-27

Figura 5. 3 – Segunda etapa do projeto de restauração
Fonte: adaptado de PROGRAMA MONUMENTA, 2003, p. 28-29

Figura 5.4 – Terceira etapa do projeto de restauração
Fonte: adaptado de PROGRAMA MNUMENTA, 2003, p. 29-46

Figura 5.5 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): manchas provocadas pela ocorrência de infiltração descendente. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.6 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): infiltração ascendente e erosão por respingo de água de chuva. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2002

Figura 5.7 – Igreja Matriz de N. Sr^{a}. da Conceição (construída no séc. XIX): intervenção inadequada de colocação de condutores. Localiza-se em Patv do Alferes/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 5.8 – Edifício residencial: parte do edificio levada por enxurrada de água de chuva. Localiza-se em Ouro Preto/ MG
Foto: Mônica Olender, 1997

Figura 5.9 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): manchas de cor marrom devido à presença de terra no entorno do edificio. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2002

Figura 5.10 – Mancha enegrecida (depositada em protuberância da parede)
Fonte: LEMOS, 1999, p. 26

Figura 5.11 – Fazenda Santa Maria (construída no séc. XIX): fissuras no enchimento causadas, ente outras coisas, por movimentação dos paus da trama. Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.12 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): fissuras no reboco causadas por problemas na estrutura autônoma. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura 5.13 – Fazenda Santa Maria (construída no séc. XIX): fissuras no reboco (as causas devem ser investigadas no diagnóstico. Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.14 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): fissuras no reboco cansadas, entre outras coisas, pela presença de água. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.15 – Fazenda Santa Maria (construída no séc. XIX): desprendimento de camada pictórica sobre reboco devido ao desprendimento do reboco sobre a peça de madeira. Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.16 – Casa do Padre Taborda (construída no séc. XIX): desprendimento de emboço e reboco. Localiza-se em Itaverava/ MG
Foto: Mônica Olender, 2004

Figura 5.17 – Casa do Padre Taborda (construída no séc. XIX): desprendimento de reboco sobre emboço. Localiza-se em Itaverava/ MG
Foto: Mônica Olender, 2004

Figura 5.18 – Fazenda Santa Maria (construída no séc. XIX); perda de enchimento e das demais camadas da parede devido, entre outras causas, à presença de água Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.19 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): perda de enchimento devido, entre outras causas, à presença de água. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.20 – Igreja Matriz de N. Sr^{a}. da Conceição (construída no séc. XIX): desprendimento de trecho da sobreverga devido à presença de vegetação de médio porte. Localiza-se em Paty do Alferes/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 5.21 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): presença de organismos xilófagos. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura 5.22 – Igreja Matriz de N. Sr^{a}. da Conceição (construída no séc. XIX); presença de fungos. Localiza-se em Paty do Alferes/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.23 – Sede da Câmara Municipal de Vassouras (construída no séc. XIX): presença de cupim de solo. Localiza-se em Vassouras/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.24 – Igreja Matriz de N. Sr[a]. da Conceição (construída tio séc. XIX): a linha vermelha acompanha a deformação da parede. Localiza-se em Paty do Alferes/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 5.25 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída tio séc. XVIII): paus verticais da trama deformados. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.26 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): erosão provocada pela ação da água. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura 5.27 – Edifício residencial (construído no sác. XX): erosão provocada pela ação do vento. Localiza-se no distrito de Rosário de Minas, município dc Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.28 – Sobrado Ramalho (construído no séc. XVIII): oxidação do prego da trama. Localiza-se em Tiradentes/ MG
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura 5.29 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): oxidação dos pregos na janela. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura 5.30 – Igreja Matriz de N. Sr[a]. da Conceição (construída no séc. XIX): presença de microorganismos sobre a parede. Localiza-se em Paty do Alferes/ RJ
Foto: Mônica Olender, 2006

Figura 5.31 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): presença de microorganismos sobre a parede. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 1999

Figura 5.32 – Fazenda Ribeirão das Rosas (construída no séc. XVIII): presença de microorganismos sobre a parede e nos pisos e espelhos da escada. Localiza-se em Juiz de Fora/ MG
Foto: Mônica Olender, 1999

Figura 5.33 – Fazenda Santa Maria (construída no séc. XIX): elementos salientes sobre esteio de madeira. Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.34 – Fazenda Santa Maria (construída no séc. XIX): esteio falquejado. Localiza-se em Belmiro Braga/ MG
Foto: Mônica Olender, 2005

Figura 5.35 – Camada de resina sobre a terra
Fonte: CHIARI, 2000, p. 92

Apêndice

FiguraAp1 – Ensaio da queda da bola
Fonte: NEVES, 2005, p.16

Figura Ap2 – Ensaio do recipiente de vidro
Fonte: NEVES, 2005, p.17

Figura Ap3 – Etapas de execução do ensaio de resistência seca
Fonte: NEVES, 2005, p.21

Figura Ap4 – Etapas de execução do ensaio do cordão
Fonte: NEVES, 2005, p.18

Figura Ap5 – Etapas de execução do ensaio da fita
Fonte: NEVES, 2005, p.20

Figura Ap6 – Ensaio da caixa
Fonte: NEVES, 2005, p.25

Figura Ap7 – Exemplo de curva granulométrica
Fonte: LABORATÓRIO DE GEOTECNIA, 2006

Figura Ap8 – Equipamentos utilizados para o ensaio do peneiramento
Fonte: GEOTECNIA, 2006

Figura Ap9 – Etapas de execução do ensaio de sedimentação
Foto: Mônica Olender, 2002

Figura Ap 10 – Indicação dos estados e dos limites de consistência
Fonte: adaptado de CAPUTO, 1988, p. 53

Figura Ap 11 – Equipamentos para a determinação do limite de liquidez (w_L)
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura Ap12 – Aparelho de Casagrande
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura Ap13 – Equipamentos para a determinação do limite de plasticidade
Foto: Mônica Olender, 2003

Figura Apl4 – Carta de plasticidade
Fonte: adaptado de PINTO, 2000, p. 40

MAPAS

Capítulo 1

Mapa 1.1 – Mapa do Estado de Minas Gerais
Fonte: adaptado de GEOCITIES, 2006

Mapa 1.2 – Mapa do Estado do Rio de Janeiro
Fonte: adaptado de ANASPS, 2006

TABELAS

Capítulo 3

Tabela 1– Dimensões das frações do solo
Fonte: adaptado de NOGUEIRA, 1988, p. 32

Capítulo 4

Tabela 2 – Principais técnicas de enramados encontradas em países da América Latina
Fonte: adaptado de NEVES, s.d., p. 51

Capítulo 5

Tabela 3 – Exemplo de tabela de patologias de estrutura em edificações de pau a pique
Fonte: adaptado de PUCCIONI, 2002, não paginado

Tabela 4 – Exemplo de tabela de patologias de umidade em edificações de pau a pique
Fonte: adaptado de PUCCIONI, 2002, não paginado

Tabela 5 – Exemplo de tabela de lesões de materiais em edificações de pau a pique
Fonte: adaptado de PUCCIONI, 2002, não paginado

Apêndice

Tabela Ap1 – Informações úteis para a classificação dos solos em função das frações existentes
Fonte: NEVES, 2005, p. 15

Tabela Ap2 – Parâmetros para a avaliação do ensaio de resistência seca
Fonte: NEVES, 2005, p.21

Tabela Ap3 – Parâmetros para a avaliação do ensaio do cordão
Fonte: NEVES, 2005, p.19

Tabela Ap4 – Parâmetros para a avaliação do ensaio da fita
Fonte: NEVES, 2005, p.20

Tabela Ap5 – Classificação indicada pelo CRATerre em função do limite de liquidez (w_L) e do índice de plasticidade (IP) do solo
Fonte: apud NEVES, 2005, p. 8

Tabela Ap6 – Valores do índice de atividade para os quais a argila é considerada inativa, normal ou ativa
Fonte: adaptado de PINTO, 2000, p. 14

Tabela Ap7 – Grau de atividade das argilas
Fonte: adaptado de BURGOS, 1998, p. 103

LISTA DE ABREVIATURAS

Ap – apêndice
cm – centímetro
Faz – fazenda
m – metro
mm – milímetro

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CECRE – Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Sítios
CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
CONDEPHAAT – Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico
CRATerre – *Centre International de la Construction en Terre*
CYTED – Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento
GRET – Grupo de Pesquisa e Intercâmbio Tecnológico
HABITARE – Programa de Tecnologia de Habitação
ICOMOS – Conselho Internacional de Monumentos e Sítios
IEPHA – Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado de Minas Gerais
IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
NEPHU – Núcleo de Estudos e Projetos Habitacionais Urbanos
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÂO ---------- 01

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS ---------- 01

1.2. RELEVÂNCIA DO TEMA ---------- 05

1.3. OBJETIVOS ---------- 06

1.3.1. Gerais ---------- 06

1.3.2. Específicos ---------- 06

1.4. METODOLOGIA ---------- 04

1.5. ESTRUTURA ---------- 14

2. A TERRA COMO MATÉRIA PRIMA PARA A CONSTRUÇÃO ---------- 15

2.1. AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS ---------- 16

2.2 A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL TERRA NO MUNDO: BREVES CONSIDERAÇÕES ---------- 17

2.3. A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL TERRA NO BRASIL: BREVES CONSIDERAÇÕES ---------- 18

2.4. A TERRA CRUA COMO PATRIMÔNIO CULTURAL ---------- 24

3. A TERRA E A MADEIRA: ASPECTOS GERAIS ---------- 28

3.1. O SOLO ---------- 28

3.1.1. A formação (gênese) dos solos ---------- 28
3.1.2. Fases do solo ---------- 29
3.1.3. Tamanho e forma dos sólidos ---------- 30
3.1.4. Cor dos solos ---------- 32
3.1.5. Estrutura dos solos ---------- 32
3.1.6. Identificação dos solos através da análise de suas partículas ---------- 35
3.1.7. Estabilização dos solos ---------- 35

3.2. A MADEIRA ---------- 38

3.2.1. Considerações iniciais ---------- 39
3.2.2. Características da madeira como material de construção ---------- 41
3.2.2.1. Físicas ---------- 42
3.2.2.2. Mecânicas ---------- 42

4. O SISTEMA CONSTRUTIVO DO PAU-A-PIQUE ---------- 46

4.1. O PAU-A-PIQUE NO BRASIL ---------- 48

4.2. ESPECIFICIDADES SOBRE A TÉCNICA ---------- 50

4.3. ELEMENTOS QUE COMPÕEM UMA PAREDE DE PAU-A-PIQUE ---------- 56

4.3.1. Trama ---------- 56
4.3.1.1. Paus verticais ---------- 57
4.3.1.2. Paus horizontais ---------- 62
4.3.1.3. Elementos de união entre os paus da trama ---------- 63

4.3.2. Enchimento ---------- 65

4.3.3. Revestimento ---------- 66
4.3.3.1. Emboço/ reboco ---------- 66
4.3.3.2. Acabamento ---------- 66

5. INTERVENÇÃO EM EDIFÍCIOS COM VALOR CULTURAL CONSTRUÍODOS COM PAU-A-PIQUE ---------- 68

5.1. O PROJETO DE RESTAURAÇÃO ---------- 69

5.1.1. A etapa do diagnóstico ---------- 72
5.1.1.1. Mapeamento de danos ---------- 72
5.1.1.2. Análises do estado de conservação ---------- 82

5.1.2. A etapa da proposta de intervenção ---------- 82

5.2. RECOMENDAÇÕES PARA UMA BOA INTERVENÇÃO ---------- 84

5.2.1. Em relação à trama ---------- 84

5.2.2. Em relação ao enchimento, emboço e reboco ---------- 85

5.2.3. Em relação à estrutura autônoma ---------- 87

5.2.4. Em relação à pintura ---------- 88

5.2.5. Em relação à estabilização ---------- 88
5.2.5.1. Fibras ---------- 88
5.2.5.2. Cal, cimento e gesso ---------- 88

5.2.6. Em relação à consolidação dos revestimento ---------- 89

5.2.7. Em relação aos ensaios que são necessários realizar ---------- 90

CONCLUSÃO ---------- 92

BIBLIOGRAFIA ---------- 95

APÊNDICE ---------- **104**

ANEXO ---------- **118**

INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil possui um imenso acervo artístico e arquitetônico que, muitas vezes, é desconhecido pelo seu povo. É muito comum ocorrerem situações em que estrangeiros chegam ao país para apreciar paisagens e obras de arte sobre as quais os próprios habitantes dos lugares onde as mesmas se situam nunca ouviram falar ou, se ouviram, nunca se interessaram em conhecê-las.

Restringindo o assunto à arquitetura brasileira, esse mesmo problema de desconhecimento acontece em relação à sua história, principalmente naquilo que se refere aos materiais tradicionalmente utilizados há séculos na construção civil e aos "saberes-fazeres" das técnicas construtivas brasileiras associados a eles. E tal desconhecimento não é exclusivo da parcela "leiga" da sociedade, mas também daquela formada por arquitetos e engenheiros que se dizem responsáveis pela salvaguarda dos edifícios considerados de valor cultural.

Desde o início da colonização portuguesa no Brasil, quando práticas de construção lusitana somaram-se a costumes indígenas e africanos, um dos materiais mais empregados para erguer edifícios foi a terra, mais precisamente a terra crua. E desde essa época ela nunca mais deixou de ser utilizada. As diversas técnicas que a empregam como matéria-prima são encontradas espalhadas por todo o território nacional sendo que, algumas delas, podem até ser identificadas com determinadas regiões devido a características que permitiram a sua melhor adaptação ao clima, vegetação e relevo das mesmas.

Uma das técnicas mais encontradas na arquitetura brasileira, à qual é atribuída a feitura dos primeiros edifícios construídos pelos portugueses no Brasil, é aquela conhecida principalmente como pau-a-pique ou taipa de mão. Ao contrário do que muitos pensam atualmente – em grande parte por considerá-la uma técnica efêmera, já que está associada a fatores negativos como má execução, pobreza (figura 1.1 e 1.2) e doenças transmitidas por insetos (figura 1.3) – o pau a pique, quando executado de forma correta, é altamente resistente, seguro (é indicado, inclusive, para áreas afetadas por abalos sísmicos), ecológico[1] e

[1] Segundo Obede Faria, um "material Ecológico qualifica o produto ou a matéria tendo as seguintes características: ser econômico em matéria-prima (ou feito de matérias primas renováveis) e consumir um mínimo de energia para sua fabricação. A produção, o trabalho e a utilização devem ser feitos dentro de condições de trabalho corretas, sem prejudicar o meio ambiente. Enfim, ele deve ser facilmente reciclável (poluição e resíduos

de baixíssimo ou nenhum custo por ser feito com materiais disponíveis no próprio terreno da construção – terra, madeira, fibras etc – ou em regiões próximas a ele.

Figura 1.1 – Casa "popular" construída precariamente em pau a pique

Figura 1.2 – Casa "popular" construída precariamente em pau a pique

Figura 1.3 – a má execução do pau-a-pique é diretamente relacionada com doenças transmitidas por insetos

Ainda existe no Brasil um número inacreditável de edifícios com valores culturais, muitos deles inclusive reconhecidos pela UNESCO como patrimônio mundial (pertencentes a conjuntos urbanos como o de Diamantina, por exemplo), que são construídos, parcial ou totalmente, com paredes de pau a pique. Em séculos passados a sua utilização era generalizada e muito comum, fato este que pode ser constatado pela observação dos edifícios remanescentes em zonas urbanas e rurais do país: desde simples casebres e senzalas (figuras 1.4 e 1.5) até suntuosas sedes de fazendas dos períodos do ouro e do café (figuras 1.6 e 1.7), engenhos de açúcar (figura 1.8), edifícios públicos (figura 1.9) e residências urbanas (figuras 1.10 e 1.11). É sob essa vertente que se pretende, ao longo do trabalho, apresentar a técnica do pau a pique.

---

reduzidos)" (FARIA, 2002, p. 10).

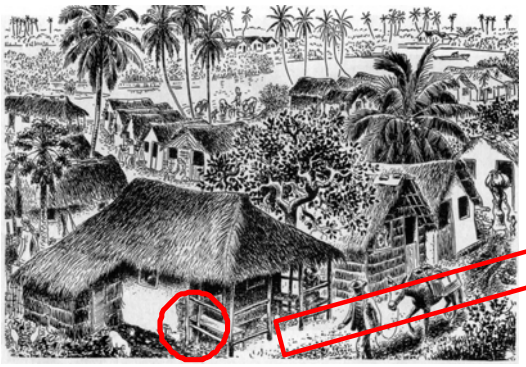


Figura 1.4 – ilustração de Percy Lau para "casas rústicas" onde se destaca a parede de pau-a-pique

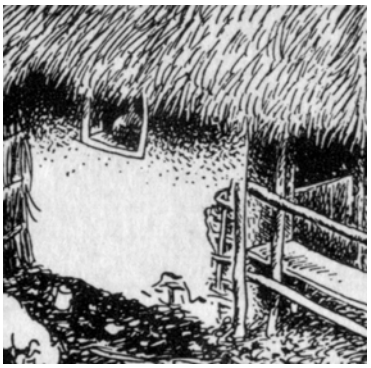


Figura 1.5 – Detalhe da figura 1.4

Figura 1.6 – sede da Fazenda Ribeirão das Rosas. Juiz de Fora / MG

Figura 1.7 – sede da Fazenda Boa Esperança. Belmiro Braga / MG

Figura 1.8 – sede do Engenho D´Água. Ilhabela/ SP

Figura 1.9 – sede da Câmara Municipal que possui paredes internas de pau a pique. Vassouras/ RJ

Figura 1.10 – casa do Padre Taborda. Itaverava / MG.

Figura 1.11 – sobrado residencial. Santana dos Montes/ MG

O pau-a-pique podia ser usado em paredes internas (figura 1.12) e e/ou externas (figura 1.13), em edifícios com um (figura 1.14) e dois pavimentos (figura 1.15) e em áreas secas ou molhadas como banheiros, por exemplo (figura 1.16). Além de vedações, em muitos casos servia também como suporte para pinturas parietais (figuras 1.17 e 1.18) e/ou papéis de parede (figura 1.19).

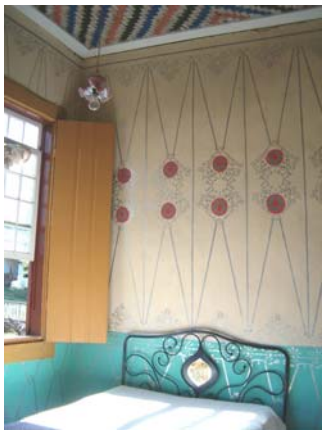
Figura 1.12 – Parede interna. Sobrado Ramalho. Tiradentes/ MG

Figura 1.13 – Parede externa. Santana dos Montes/ MG

Figura 1.14 – Edifício com um pavimento. Sede da Fazenda da Bahia. Andrelândia/ MG

Figura 1.15 – Edifício com dois pavimentos. Distrito de Rosário de Minas. Juiz de Fora/ MG

Figura 1.16 – Banheiro adaptado, no séc. XX, ao interior do edifício do séc. XVIII. Fazenda Ribeirão das Rosas. Juiz de Fora/ MG



Figuras 1.17 e 1.18 – Pinturas parietais. Casa do Padre Taborda. Itaverava/ MG

Figura 1.19 – Papel de parede. Fazenda Boa Esperança. Belmiro Braga/ MG

1.2. RELEVÂNCIA DO TEMA

Pelos motivos anteriormente apontados e por aqueles que serão vistos ao longo dos capítulos do presente trabalho, que constatam ser a técnica construtiva do pau a pique um ícone da história da arquitetura brasileira, é no mínimo curioso o fato de que há uma lacuna imensa quando se necessita de informações ou bibliografia a respeito da mesma, principalmente se o interesse focar a sua importância histórica ou os métodos para a sua adequada conservação.

Aliás, conservar, principalmente através de ações de restauro, uma parede de pau a pique é algo bastante complexo. A sua própria constituição mista – trama de paus verticais e horizontais preenchida com barro – contribui para essa complexidade, pois o seu comportamento frente às degradações costuma ser de muito mais difícil detecção do que o é para paredes monolíticas, por exemplo, exigindo, por conseguinte, uma análise muito mais pormenorizada das situações de degradação existentes.

O desconhecimento mencionado anteriormente culmina na falta de manutenção adequada e, pior ainda, em intervenções que utilizam mão de obra não qualificada e empregam materiais incompatíveis com a terra crua, provocando "restaurações" desastrosas e a perda de inúmeros edifícios. Como afirma Mário Mendonça de Oliveira sobre as estruturas de terra crua em geral e sobre as técnicas mistas das quais faz parte o pau-a-pique,

> [...] muita investigação ainda necessita ser feita sobre o assunto, apoiada pela geotecnia, pela geoquímica, pela química analítica, pela física e outros ramos da ciência, o que é uma característica da interdisciplinaridade da conservação que, no caso particular, direciona-se para a proteção, restauração e reintegração de estruturas de terra crua. As dificuldades

> inerentes ao processo são aumentadas quando se trata de estruturas mistas de terra e madeira, pois quando as madeiras degradam-se no interior dos muros ou são infestadas por colônias de xilófagos que as consomem, fica muito difícil a intervenção em critérios adequados (OLIVEIRA, 2002a, p. 222 e 223).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Gerais

- alertar para a importância da preservação de edifícios brasileiros com valor cultural, em especial aqueles construídos em terra;
- ampliar a discussão sobre as formas adequadas de conservação e restauração de edifícios construídos com terra crua, em especial com pau a pique;
- valorizar o trabalho dos artesãos taipeiros.

1.3.2. Específicos

- sistematizar informações acerca da utilização do pau a pique no Brasil tendo como eixo três pontos principais: sob o ponto de vista histórico, resgatar algumas de suas possíveis origens; sob o ponto de vista tecnológico, levantar detalhes sobre a sua execução, a sua relação com as estruturas autônomas das quais constituem vedação e apresentar os seus elementos constitutivos (terra, trama de madeira, ligações); sob o ponto de vista da preservação, analisar procedimentos de conservação e restauração que vêm sendo realizados no país;
- possibilitar outras formas de transmissão do "saber fazer" tradicional de estruturas de pau a pique além daquela oral, praticamente a única existente no país visto a carência generalizada de bibliografia a respeito;
- fornecer subsídios para a preservação de edifícios com valor cultural construídos total ou parcialmente de pau a pique;
- sistematizar informações sobre as principais patologias encontradas em estruturas de pau a pique e suas causas, além dos procedimentos adotados por alguns profissionais para a sua restauração.

1.4. METODOLOGIA

Para que os objetivos a que se propõem o trabalho pudessem ser atingidos, a pesquisa Se baseou em dados recolhidos através de:

a) levantamento bibliográfico em bibliotecas, arquivos, acervos particulares, instituições públicas e particulares, a saber:

- Biblioteca Nacional, na cidade do Rio de Janeiro/ RJ;
- biblioteca do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico – IPHAN, na cidade do Rio de Janeiro/ RJ;
- biblioteca do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico – IPHAN, na cidade de Belo Horizonte/ MG;
- biblioteca do Instituto Estadual de Patrimônio Histórico e Artístico – IEPHA, na cidade de Belo Horizonte/ MG;
- biblioteca da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFBA, na cidade de Salvador/ Ba;
- biblioteca da Escola Politécnica da UFBA, na cidade de Salvador/ Ba;
- biblioteca da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFF, na cidade de Niterói/ RJ;
- bibliotecas do *Istituto Universitario di Architettura di Venezia - Centrale di Ateneo, Centro Informativo Giovanni Astengo, Biblioteca del Dipartimento di Storia della Architettura*, na cidade de Veneza/ Itália;
- *Biblioteca Centrale di Architettura del Politecnico di Torino*, na cidade de Turim/ Itália;
- biblioteca do Centro Internacional de Estudos sobre a Conservação e Restauração de Bens Culturais – ICCROM, na cidade de Roma/ Itália;
- biblioteca do *Laboratorio scientifico della Soprintendenza per i Beni Artistici e Storici di Venezia*, na cidade de Veneza/ Itália;
- biblioteca do *Laboratorio di Analisi degli Materiali Antichi – L.A.M.A*, na cidade de Veneza/ Itália;
- acervo particular da Profa.Dra.Cybele Celestino Santiago – Salvador/ Ba;
- acervo particular do Prof. Mário Mendonça de Oliveira – Salvador/ Ba;
- acervo particular da Engenheira Célia Neves – Salvador/ Ba;
- acervo particular da Arquiteta Dorinha Alvarenga – Belo Horizonte/ MG;
- acervo particular do arquiteto Augusto Silva Telles – Paty do Alferes/ RJ.

b) realização de entrevistas com profissionais que utilizam e pesquisam a terra como matéria prima, tanto para construções novas quanto para a preservação daquelas já existentes. Tais entrevistas tiveram como base uma ficha com uma série de perguntas relacionadas à experiência desses profissionais com o pau a pique. Os entrevistados foram:

- arquiteto Sérgio Fagundes – Belo Horizonte/ MG;
- arquiteto Miguel Ferman – Belo Horizonte/ MG;
- mestre de obras Paulo Narciso – Santa Luzia/ MG;
- arquiteto Marcos Borges – Florianópolis/ SC (via internet);
- arquiteto Raymundo Rodrigues – Resende/ RJ;
- arquiteto Augusto Silva Telles – Paty do Alferes - RJ;

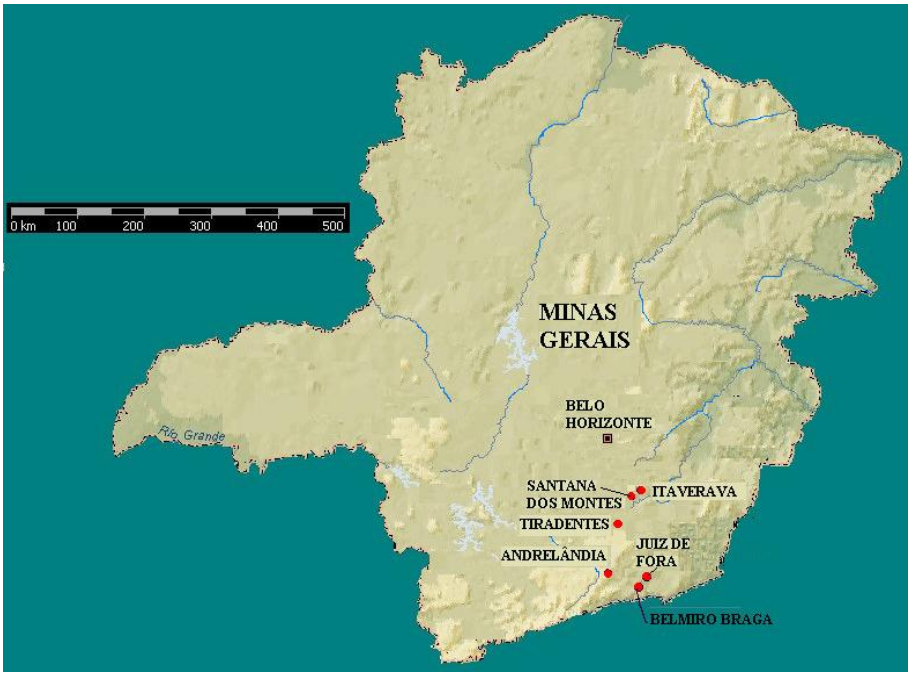
Além das entrevistas, foram feitas, na Itália, reuniões com dois pesquisadores do material terra, que são:

- arquiteto Alejandro Alva Balderrama (Diretor da Unidade de Arquitetura e Sítios Arqueológicos do Centro Internacional de Estudos sobre a Conservação e Restauração de Bens Culturais – ICCROM, na cidade de Roma/ Itália;
- prof. Roberto Mattone (*Politecnico di Torino*, Departamento de *Scienze e Tecniche per i Processi di Insediamento - D.I.N.S.E.*), na cidade de Turim/ Itália.

c) visitas a laboratórios onde são realizados ensaios e pesquisas sobre os materiais terra:

- Laboratório de Geotecnia da Escola Politécnica da UFBA, na cidade de Salvador/ Ba;
- Núcleo de Tecnologia de Preservação e Restauro – NTPR, na cidade de Salvador/ Ba;

d) visitas, em municípios dos estados de Minas Gerais (mapa 1) e Rio de Janeiro (mapa 2), a edifícios com valor cultural construídos, total ou parcialmente, em pau a pique. Tais edifícios estão apresentados nas figuras que se seguem, conforme a sua localização: em Minas Gerais, figuras 1.20 a 1.34; no Rio de Janeiro, figuras 1.35 a 1.37.



Mapa 1 – Mapa do Estado de Minas Gerais

– Município de Andrelândia/ MG

Figura 1.20 – Sobrado Visconde de Arantes

Figura 1.21 – Sede da Fazenda da Bahia

Figura 1.22 – Sede da Fazenda Paraíba

Figura 1.23 – Sede da Fazenda das Pedras

– Município de Belmiro Braga/ MG

Figura 1.24 – Sede da Fazenda Santa Maria

Figura 1.25 – Sede da Fazenda Boa Esperança

– Município de Santana dos Montes/ MG

Figura 1.26 – Conjunto de residências

Figura 1.27 – Conjunto de residências

Figura 1.28 – Conjunto de residências

Figura 1.29 – Sede da Fazenda da Posse

– Município de Juiz de Fora/ MG

Figura 1.30 – Conjunto de residências (distrito de Rosário de Minas)

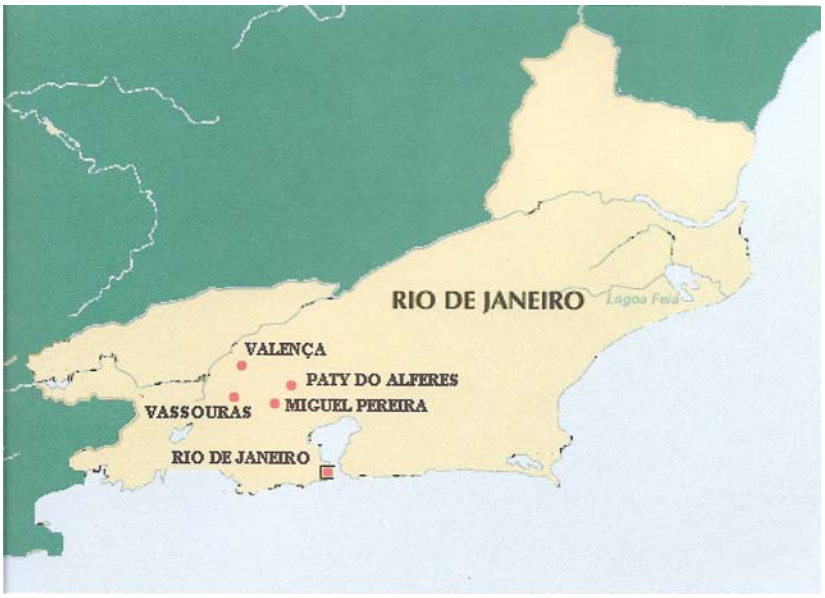
Figura 1.31 – Conjunto de residências (distrito de Rosário de Minas)

Figura 1.32 – Conjunto de residências (distrito de Rosário de Minas)

Figura 1.33 – Sede da Fazenda Ribeirão das Rosas

– Município de Tiradentes/ MG

Figura 1.34 – Sobrado Ramalho



Mapa 2 – Mapa do município do Rio de Janeiro

– Município de Paty do Alferes/ RJ

Figura 1.35 – Igreja Matriz de N. Sr^{a}. da Conceição

– Município de Vassouras/ RJ

Figura 1.36 – Sede da Câmara Municipal

– **Município de Valença/ RJ**

Figura 1.37 – Igreja de São Sebastião do Rio Bonito

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em cinco capítulos: no **Capítulo 1**, correspondente à introdução, é apresentado o trabalho como um todo: a relevância do tema, seus objetivos e a metodologia de pesquisa adotada; o **Capítulo 2**, denominado "**A terra como matéria prima para a construção**", ressalta a utilização do material terra no mundo e, mais especificamente, no Brasil, e os motivos que o tornam um material "do passado" e "do futuro"; no **Capítulo 3**, "**A terra e madeira: aspectos gerais**", de maneira geral, são apresentadas características e propriedades relativas aos materiais terra e madeira que fazem deles excelentes matérias primas para a construção civil. Tais características são essenciais para os apontamentos feitos no Capítulo 5, principalmente no que diz respeito à identificação das possíveis causas das patologias identificadas nos edifícios de pau a pique; o **Capítulo 4**, denominado "**O sistema construtivo do pau a pique**", enfoca, sob o ponto de vista histórico, a utilização do pau a pique no Brasil e sob o ponto de vista técnico, através da observação dos edifícios pesquisados, os materiais constituintes e as variações dos modos como se executava a técnica; no **Capítulo 5**, denominado "**Intervenção em edifícios de pau a pique com valor cultural**", além de uma rápida abordagem sobre conceitos relativos à preservação de edifícios que possuem valor cultural para a sociedade, são apresentadas: uma metodologia de elaboração de projetos de restauração de bens imóveis, além da sistematização das patologias detectadas nos edifícios pesquisados e que comumente são encontradas em construções de pau a pique que se apresentam em estado de conservação rui. Ainda, este capítulo traz algumas recomendações recolhidas no decorrer das pesquisas (bibliográfica e de campo) e através das entrevistas realizadas, que ressaltam alguns pontos que devem ser levados em consideração no momento da programação e da execução de intervenções específicas em edifícios de pau a pique; a **Conclusão** apresenta as considerações finais sobre o conteúdo do trabalho.

2. A TERRA COMO MATÉRIA PRIMA PARA A CONSTRUÇÃO

> *La cultura en su inicio primigenio, es la cultura de los biomateriales. El barro ocupará un lugar privilegiado en todo ese proceso y al unirse con materiales biológicos: paja, ramas, excremento de animales, pasará a tener cualidades únicas como materiales de construcción.*[2]

Quando se pensa na terra como material de construção, pensa-se imediatamente no simples ato de recolhê-la "sob os pés", misturar um pouco de água e construir alguma coisa. Como se verá, o seu processo de utilização para a construção de edifícios não é muito diferente disso.

Primeiramente, é importante destacar que a terra pode ser usada de maneiras distintas no âmbito da construção: cozida ou crua. Em ambos os casos, os materiais são recolhidos na camada mais superficial do solo sendo os métodos de extração os mesmos. Para ser cozida, a terra deve ser, de preferência, mais arenosa.

Também é importante esclarecer a diferença entre dois termos que normalmente são confundidos: solo e terra. Segundo Neves (2005, p. 4), o termo solo "é usado principalmente quando envolve classificações e caracterizações, que também são adotadas em outros campos da Engenharia, assim como os termos solo-cimento, solo-cal e solo estabilizado, entre outros" e terra seria o "solo apropriado para construção de edificações" (2005, p. 4). Portanto, no presente trabalho, tais termos serão utilizados segundo os conceitos citados.

A terra crua, como qualquer material, possui vantagens e desvantagens. Destacam-se como principais vantagens (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO, 2006):

- fácil obtenção: está presente na maioria das regiões do planeta;
- economia de custos e de energia: como a terra normalmente é extraída no próprio terreno ou num local próximo ao mesmo, não precisa ser comprada. Além disso, na maioria das vezes, para a execução das várias técnicas construtivas que a utilizam, não é necessária mão de obra especializada, o que significa que o próprio morador pode fazer ou reformar a sua casa se tiver conhecimentos básicos do material[3]. A economia energética é verificada principalmente no transporte da terra, que na maioria das vezes não precisa ser feito com veículo motorizado e no fato de que o seu uso não exige transformação industrial nem queima;
- produto ecologicamente correto: como não sofre queima, não polui o meio ambiente, além de contribuir para a preservação de materiais orgânicos como a madeira que, no caso da terra cozida, é usada como combustível;
- possui características que propiciam conforto térmico: regula o clima no interior dos

[2] Seminario Exposición Arquitectura en Tierra – La Paz – Bolivia – Instituto de Investigaciones – Faculdad de Arquitectura y Artes – Universidad mayor de San Andres, p. 17.

[3] Ressalta-se que esta observação não se aplica às obras de restauro que necessitam, sim, que o técnico responsável pela intervenção conheça profundamente o material terra e as técnicas que o utilizam.

edifícios devido à sua capacidade de absorver e perder umidade mais rápido e em maior quantidade que os outros materiais construtivos e armazena calor durante a exposição ao sol, perdendo-o lentamente à noite;
- resiste ao fogo;
- é permeável ao vapor d´água;
- quando não estabilizado, pode ser reciclado infinitamente;
- protege os elementos de madeira e os estabilizantes orgânicos (como a palha, por exemplo) no seu interior.

Na mesma bibliografia, além das vantagens são também apontadas como desvantagens:
- a ausência de padronização do material devido à sua própria variação de composição: dependendo do local de onde é extraída, a terra apresenta diferentes quantidades de pedregulho, areia, silte e argila, o que influencia diretamente o resultado final da sua aplicação;
- a retração do barro (mistura de água e terra) provocada pela evaporação da água;
- a permeabilidade à água, o que exige cuidados redobrados na proteção das paredes, principalmente.

No âmbito da construção, há duas formas de se pensar a utilização da terra crua: a primeira diz respeito ao seu emprego em edifícios aos quais foram atribuídos valores históricos, artísticos e arquitetônicos de vital importância para a história da humanidade; a segunda refere-se às enormes possibilidades que esse material oferece para suprir, pelo menos em parte, o problema do déficit habitacional que assola todo o mundo.

2.1. AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

São diversas as técnicas que têm a terra como matéria prima para a sua execução, sendo esta utilizada sozinha ou em conjunto com outros materiais como a pedra ou a madeira. Pode também ser usada como se encontra na natureza ou sofrer algum tipo de processamento.

Existem três grupos principais de soluções nos quais se pode agrupar as técnicas construtivas mais conhecidas:
- construções **em** terra: terra usada como foi encontrada na natureza, com compactação natural. Os exemplos mais conhecidos são os da terra escavada e da terra cortada;
- construções **com** terra: terra processada, usada em diferentes consistências dependendo da quantidade de água empregada. Os principais exemplos são o da terra sobre estrutura (pau a pique, *torchis*, *bahareque*) e o da terra de enchimento;
- construções de terra: terra utilizada após ter sofrido algum tipo de processamento.

Destacam-se como exemplos a terra compactada (onde se ressalta a taipa de pilão), o adobe, a terra modelada, a terra empilhada, a terra derramada e a terra-palha.

A figura 2.1 apresenta um esquema que agrupa as principais técnicas construtivas com terra crua em 12 sistemas, que são: terra compactada, terra cortada, terra de enchimento, terra de cobertura, terra escavada, terra aplicada, terra-palha, telha derramada, terra prensada, terra moldada, terra empilhada e terra modelada.

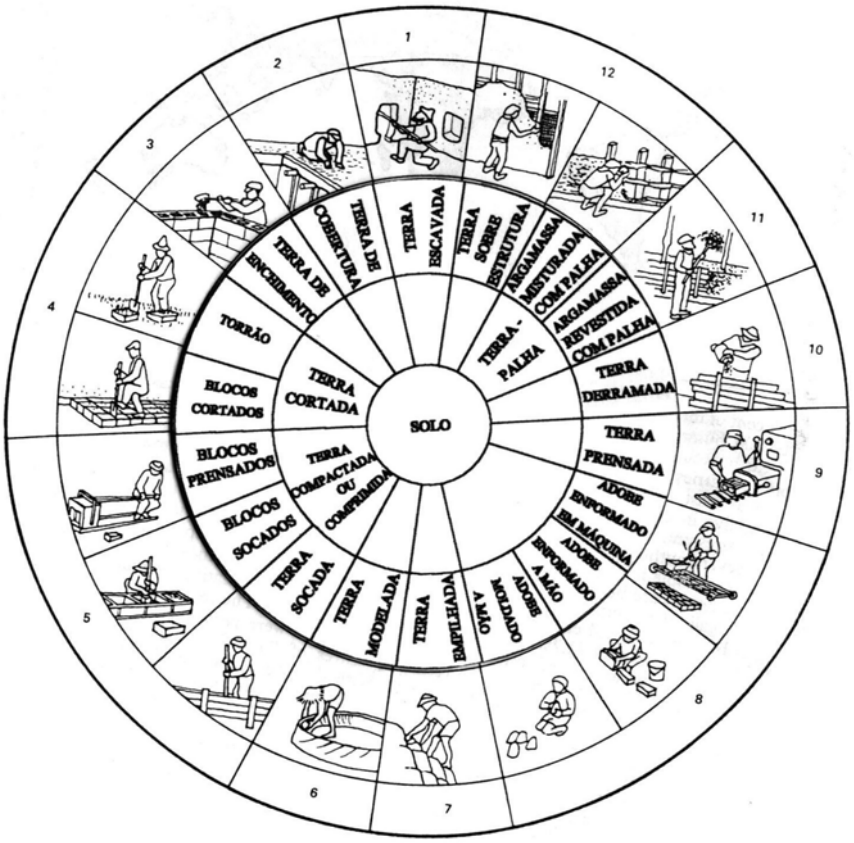


Figura 2.1. Esquema de técnicas construtivas que utilizam a terra crua

2.2. A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL TERRA NO MUNDO: BREVES CONSIDERAÇÕES

A necessidade do homem em construir abrigos surgiu quando ele percebeu que os alimentos poderiam ser obtidos a partir do cultivo da terra e da criação de animais. Nesse momento, a sua vida nômade torna-se sedentária e a proteção contra as intempéries e os ataques de animais predadores passou a ter uma importância nunca antes pensada.

Foi na natureza que este homem pré-histórico, há cerca de dez mil anos, encontrou os elementos necessários para construir seus abrigos: pedra, madeira, barro. Vitruvio (2002, p. 70), no século I a.C., menciona esses abrigos relatando que, por necessidade, os homens começaram

> [...] uns, a construir abrigos com folhagens, outros, a abrir covas sob os montes e alguns, imitando os ninhos das andorinhas e suas construções, a fazer, com galhos e barro, os lugares aos quais se recolhiam.

O mesmo Vitruvio enumera duas formas da utilização do barro na construção desses abrigos, nas quais pode-se perceber os princípios construtivos do pau a pique. Diz o autor:

> Primeiramente, erguidos os esteios e interpostas as vergônteas[4], cobriam as paredes com barro. Outros construíam paredes fazendo secar terras lamacentas ligando-as com peças transversais de madeira e, para evitar a chuva e o calor, cobriam-nas com caniços e folhagens. E depois que, por ocasião do inverno, as coberturas não puderam conter as chuvas, fizeram conduzir as águas pluviais por tetos inclinados instalando cumeeiras revestidas de barro.

Pode-se dizer, portanto, que além de ter sido utilizada para a produção de artefatos de caça e pesca, utensílios domésticos e de ornamentação pessoal (jóias), a terra, desde os primórdios do homem, tornou-se uma das principais, senão a principal, matéria prima utilizada por ele também para a construção.

As descobertas de pesquisas arqueológicas realizadas em todo o mundo vêm contribuindo enormemente para ratificar as qualidades da arquitetura produzida com a terra crua, fato esse já exaltado há muito pela observação dos próprios edifícios encontrados em locais como Palestina, Irã, Iraque, Iêmen, Turquia, China, Peru, México, onde cidades inteiras foram erguidas com esse material. As técnicas de utilização da terra foram levadas por esses povos às regiões por eles conquistadas, por esses povos conquistados a outras regiões e assim sucessivamente por todo o mundo através dos séculos, o que explica a sua presença em praticamente todo o planeta.

2.3. A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL TERRA NO BRASIL: BREVES CONSIDERAÇÕES

Sabe-se que, na primeira metade do século XVI, as construções erguidas em solo brasileiro eram feitas, muitas vezes, de maneira provisória exatamente para que pudessem ser facilmente substituídas por outras mais sólidas à medida em que isso fosse sendo necessário. Na execução dessas construções, os principais materiais utilizados eram, como destaca Toledo (1983, p. 256), a madeira e o barro.

Por fatores propriamente culturais, em muitos dos edifícios que substituíram aqueles improvisados a partir de 1549 (data da fundação de Salvador) foram utilizadas a pedra e a cal, fruto da influência da arquitetura praticada no norte de Portugal, ou a terra crua nos sistemas

---

[4] Vergôntea, segundo o dicionário Aurélio, significa, entre outras coisas, ″3. P. ext. Ramo (1) de plantas de certo porte. 4. Haste de planta” (FERREIRA, 1995, p. 670).

construtivos da taipa de pilão, herança mourisca dominante no sul daquele país, ou do pau a pique.

A imagem da arquitetura da segunda metade do século XVI foi paulatinamente sendo mudada, então, de extremamente frágil e provisória para "honradas casas de pedra e cal" (SMITH, 1975, p. 98), como escreveu Tomé de Souza à Dom João III, após a sua visita à Capitania de São Vicente. Porém, a escassez de registros e documentos que descrevam mais amiúde as primeiras construções dificulta a análise do grau dessa fragilidade que a elas era atribuído pois há aqueles que crêem que elas possuíam certa qualidade:

> [...] a maioria das construções primitivas era de madeira, barro, e materiais vegetais de tal variedade e durabilidade que, no dizer de Brandônio[4] em 1618, era possível construir no Brasil boas casas sem o auxílio de pedreiros, ferreiros ou oleiros.

Acredita-se que, muito pelos fatores culturais anteriormente citados, as "casas de pedra e cal" eram muito valorizadas por aqueles que as encontravam espalhadas pelas terras recém ocupadas, como é o caso, já citado, de Tomé de Souza, em 1553; o de Gabriel Soares de Souza, que se referiu a uma "torre de pedra e cal" que viu na praça de Olinda em 1584 (SMITH, 1975, p. 98); o do jesuíta Fernão Cardim, também em 1584, que encontrou em Olinda "boa casaria de pedra e cal, tijolo e telha" (SMITH, 1975, p. 113) e o de Gomes Freire, em 1742, que escreve ao rei falando sobre a predominância, em Vila Rica, das casas de "má taipa e de pau-a-pique" sobre os poucos exemplares feitos de pedra e cal (VASCONCELLOS, 1977, p. 114). Mas a outro fator também pode ser atribuído o motivo da preferência, principalmente nas regiões litorâneas, da pedra e da cal como materiais de construção e não o da terra crua: o clima. Segundo Carlos Lemos (1979, p.15):

> A arquitetura do litoral firmou-se nas construções de pedra e cal tendo tentado, no começo, outras técnicas construtivas. Tomé de Sousa mesmo, nos seus primeiros estabelecimentos em Salvador, bem que experimentou a taipa de pilão, técnica barata e de bom rendimento. Luís Dias, pedreiro e mestre de obras, enviado a Salvador em 1549 para trabalhar nas fortificações da Bahia, em carta de 15 de agosto de 1551, relata os trabalhos que teve na conservação de muralha de terra socada que ruiu com as chuvaradas fortes [...] porque os muros, achava ele, eram
> muito altos para a técnica da taipa mas que, se fossem rebocados com cal por dentro e por fora, durariam ainda muito e muitos anos. Esse mesmo mestre noutra passagem da carta sugere a possibilidade de construções definitivas de pedra e cal, certamente mais caras. [...] Logo, logo, todos os construtores perceberam que a taipa altamente erodível e que as madeiras sempre sujeitas à ação dos insetos xilófagos não podiam ser os materiais básicos de uma arquitetura feita no litoral quente e úmido. Principalmente no litoral norte. A pedra surgiu imediatamente como o material ideal [...].

No interior do país, a terra crua foi largamente difundida especialmente pelos paulistas que, não tendo disponíveis nem pedra e nem cal, adotaram a técnica da taipa de pilão e a

levaram, através das expedições bandeirantes, para as regiões que correspondem aos atuais estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Paraná e Piauí. Mas não só a taipa, apesar de a maioria dos documentos de época só a ela se referirem (LEMOS, 14979, p. 16): foram desenvolvidas e/ou aprimoradas outras técnicas construtivas devido, principalmente, à presença de exímios carpinteiros que vinham de Portugal nas expedições para dar suporte às embarcações ou para construírem outras novas. Essa intimidade com a madeira, porém, não foi exclusivamente devida às necessidades navais, mas também a algumas construções localizadas no litoral central de Portugal, que eram, segundo Toledo (1983, p. 108), feitas eminentemente em madeira: os chamados "palheiros"[5] (figura 2.2) e o interior dos moinhos de vento.

Figura 2.2. Exemplos de "palheiros"

O aprimoramento técnico-construtivo foi sendo atingido de forma crescente: em São Paulo, por exemplo, já no segundo século de colonização, havia uma maior preocupação na escolha do melhor barro, no desenvolvimento de técnicas de estabilização com elementos vegetais e animais, empregados quando a qualidade do barro não era satisfatória, e na melhoria dos revestimentos que cobriam as paredes (SAIA, 1975. p. 241). Isso permitiu que as técnicas construtivas que utilizavam a pedra e a cal, por um lado, e a terra crua, por outro, acabassem sendo empregadas paralelamente. Segundo Smith (1975, p. 153):

> Ao findar-se o segundo século da colonização, os portugueses haviam implantado com firmeza a arquitetura tradicional da mãe pátria na terra nova, impondo-lhe assim uma linha de desenvolvimento que haveria de manter-se até o fim do período colonial. As casas rurais do Norte de Portugal tinham servido de modelo às casas rurais de Pernambuco, no Norte, e de São Paulo no Sul, embora no Brasil, o barro tenha substituído na feitura das paredes a pedra do Minho e das Beiras. A arquitetura urbana de pedra e cal do Renascimento português (...) fora empregada nos edifícios públicos e casas de todas as povoações primitivas ao longo da costa.

Existem controvérsias no que diz respeito à contribuição dos índios e dos africanos no modo de construir esses primeiros edifícios. Sabe-se que os índios utilizavam em suas ocas

[5] Palheiros, segundo Toledo (1983, p. 108), são "construções de madeira assentes nas dunas sobre estacas, [que] até hoje testemunham na arquitetura popular uma habilidade no uso desse material".

engradados de madeira e folhas de palmeira para cobri-los e que os negros africanos tinham o costume de revestir as suas habitações com barro, mas não se sabe ao certo qual foi realmente o grau de contribuição de um e outro, índio e negro, na constituição e/ou adaptação das técnicas construtivas com terra crua que aqui foram empregadas.

De uma maneira geral, as técnicas construtivas empregadas na época – principalmente a pedra e cal, a terra crua e a terra cozida – foram aplicadas por todo o território nacional, podendo-se notar a presença de algumas delas como predominantes em determinadas regiões:

> [no] [...] Sul, a taipa de pilão, os moledos e os adobes não estruturados em madeira [...]; [no] Centro, as estruturas de madeira e o pau-a-pique, mais adequado à irregularidade dos terrenos; [no] Norte, os frontais tecidos, em compromisso misto de estruturas autônomas maciças conjugadas (VASCONCELLOS, 1968, p.47).

Costa (2003, p. 36) é um pouco mais específico:

> [...] a taipa de pilão, encontrando terreno propício, fixou-se principalmente em São Paulo; a alvenaria de tijolo floresceu mais em Pernambuco e na Bahia; nas terras acidentadas de Minas, onde os caminhos acompanhavam as cumeadas, com as casas despencando pelas encostas, o pau-a-pique sobre baldrames de pedra foi a solução natural; já no Rio de Janeiro, a fartura de granito marcou a perspectiva urbana com a seqüência ritmada das ombreiras e vergas de pedra – suporte e arquitrave −, princípio construtivo da Grécia antiga.

A presença de determinada matéria-prima ou a falta dela, aliada às tradições construtivas das populações colonizadoras, contribuiu significativamente para essa territorialização no emprego das técnicas, o que não quer dizer que uma delas, característica de determinada região, não tivesse sido também utilizada em outras.

A seguir, estão exemplos de construções erguidas com algumas das técnicas mencionadas anteriormente: moledo (figura 2.3), taipa de pilão (figura 2.4), pau a pique (figura 2.5) e adobe (figura 2.6):

Figura 2.3. Muro de moledo

Figura 2.4. Parede de taipa de pilão

Figura 2.5. Guarda corpo de pau a pique

Figura 2.6. Edifício de adobe

De maneira geral, pode-se dizer que as técnicas aqui empregadas nesses primeiros anos seguiram, por um bom tempo, sem consideráveis modificações, isto devido ao "caráter extremamente conservador da arquitetura luso brasileira, sobretudo da arquitetura residencial, que conservou até o século XVIII muitas das características das construções anteriores" (SMITH, 1975, p. 103).

Outro fator a ser considerado é que, salvo algumas raras exceções, a construção dos edifícios ficava sob a responsabilidade dos "mestres pedreiros ou mestres de risco" (TELLES, 1994, p. 4) que não tinham nenhuma formação acadêmica, o que não quer dizer que não tivessem o domínio sobre as técnicas e as executassem de maneira satisfatória. Ao contrário, eram pessoas da própria comunidade, no máximo pedreiros e artesãos europeus que aqui desembarcavam e que ficavam como responsáveis pelas construções. Basicamente, somente os edifícios públicos, os das fortificações ou os de algumas famílias mais abastadas tinham algum planejamento, ou melhor, um projeto, e a sua construção era acompanhada por um arquiteto ou engenheiro, normalmente português. Somente nesses edifícios se podia notar alguma modificação digna de menção, fruto de influências européias que esses profissionais teriam trazido consigo ou que chegavam da metrópole.

Neste contexto brevemente descrito, já foi possível notar o quanto se utilizou, nas duas primeiras décadas do Brasil "descoberto", a terra como material de construção. Por sua ocorrência, as técnicas da taipa de pilão, do pau-a-pique e do adobe foram constantemente mencionadas nos relatos dos viajantes que aqui estiveram e nas cartas enviadas do Brasil a Portugal. Além do fator da imutabilidade construtiva apontada anteriormente, favoreceram também para essa disseminação do material terra a facilidade em se conseguir as matérias primas necessárias no próprio terreno ou em regiões a ele muito próximas. A presença de

escravos facilitou, de certa forma, o emprego das técnicas com a terra crua, tanto no que diz respeito à construção dos edifícios quanto à sua manutenção.

Principalmente a partir do século XVIII, outros materiais começaram a ser inseridos nas construções como o barro cozido, o ferro e, mais tarde, o cimento. Apesar disso, a terra crua continuou tendo espaço na construção civil. Infelizmente, a "sabedoria" de execução dessas técnicas é que foi, paulatinamente, sendo perdida e o temor da fragilidade das novas construções tornou-se, por esse motivo, real:

> A taipa das construções dos séculos seguintes [XVIII em diante] não só [não] apresenta os mesmos cuidados, como, pelo contrário, indica descuido na fatura propriamente dita e ainda no uso adequado desse processo de edificar. Deve-se, realmente, supor que as condições desfavoráveis de economia e mobilidade demográfica, que afligiram os séculos XVIII e XIX, vieram criar circunstâncias prejudiciais ao aprendizado das técnicas correntes. Isto se torna ainda mais sensível quando se considera que não foi apenas o processo de construir com paredes de taipa, o único atingido por essa dificuldade. De fato, certas construções de pau-a-pique, ainda hoje existentes, atestam que este último processo era também qualificado para construções importantes [...]. Quando se considera que datam do século XVIII, e que atualmente os fazedores de paredes de pau-a-pique não conseguem senão levantar construções que durem alguns anos, fica evidente que alguns pormenores de fatura deste processo tradicional se perderam com o correr dos tempos [...] (SAIA, 1975, p. 245).

A perda de conhecimento sobre a execução adequada de edificações com a terra crua, principalmente no período após a “revolução industrial e no pós–guerra” (BRASILEIRO, 2002, p. 26), provocou um aumento significativo do preconceito em relação à sua utilização. Isso porque a quase totalidade das construções passou a ser feita de maneiras as mais inadequadas, tornando esse tipo de arquitetura sinônimo de precariedade, pobreza e proliferação de doenças. Foram muito comuns observações a respeito como a de Souza (1996 apud LOPES, 1998, p. 55), que aponta uma das causas para a consolidação desse quadro: "o antigo saber fazer tem sido substituído e adulterado e o que resta hoje é só um arremedo do que outrora se praticava".

Esse panorama começou a mudar principalmente a partir da década de 70 do século passado, quando pesquisas sobre a utilização tradicional das técnicas de terra crua, principalmente para a construção de habitações populares, começaram a ser resgatadas e adaptadas às condições atuais de aplicabilidade.

2.4. A TERRA CRUA COMO PATRIMÔNIO CULTURAL

Os bens culturais refletem a vida cotidiana dos homens por serem os produtos da mesma, abrangendo tudo aquilo que pode ser tangível, ou seja, materializado, por exemplo, em objetos, documentos, construções, comidas, bem como tudo o que é intangível, como as danças, línguas, saberes fazeres etc.

O patrimônio cultural representa a parcela desses produtos à qual, por algum motivo específico, se atribuiu, e se atribui ainda, uma especial necessidade de preservação principalmente, segundo a UNESCO, por ele estar ligado à preservação da memória, da identidade e da criatividade dos povos e da riqueza das culturas. Esse conceito é ratificado e complementado pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA, 2006):

> O patrimônio cultural de um povo lhe confere identidade e orientação, pressupostos básicos para que se reconheça como comunidade, inspirando valores ligados à pátria, à ética e à solidariedade e estimulando o exercício da cidadania, através de um profundo senso de lugar e de continuidade histórica. Os sentimentos que o patrimônio evoca são transcendentes, ao mesmo tempo em que sua materialidade povoa o cotidiano e referencia fortemente a vida das pessoas. Patrimônio cultural é, portanto, a soma dos bens culturais de um povo.

E é dentro dessa ótica que podemos considerar, portanto, os edifícios construídos com terra crua e as técnicas de construção, conservação e restauração dos mesmos como parte integrante do nosso patrimônio cultural. Como bem disse Fernandes (2005, p. 204), "a terra enquanto natureza e o patrimônio construído em terra enquanto criação humana, são na sua essência o que mais se aproxima desta filosofia simbólica – a terra e o homem em harmonia perfeita"[6].

Vários são os exemplares construídos em terra crua em todo o mundo – cerca de cem sítios ou monumentos – que integram a lista de "Patrimônio da Humanidade" (figuras 2.7 e 2.8). Outras centenas fazem parte do patrimônio de cada nação, inclusive do Brasil, onde diversos monumentos foram e ainda estão sendo tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (figura 2.9 e 2.10) e por instituições e conselhos estaduais e municipais de patrimônio.

[6] A "filosofia simbólica" à qual a autora se refere é o emblema utilizado pela UNESCO para representar o patrimônio mundial: o quadrado (o homem) dentro de um círculo (a natureza). Segundo ela, este símbolo reflete a proteção e a interdependência dos bens culturais e naturais.

Figura 2.7. Abóbadas do templo funerário de Ramsés II (Egito): patrimônio da humanidade

Figura 2.8. Cidade de Chan-Chán (Peru): patrimônio da humanidade

Figura 2.9. Igreja de N. Sr^{a}. do Rosário (Pirenópolis/ GO): tombada pelo IPHAN

Figura 2.10. Igreja de N. Sr^{a}. da Conceição (Paty do Alferes/ RJ): tombada pelo IPHAN

Apesar de sua importância, porém, o reconhecimento da terra crua como patrimônio cultural é bastante recente, tendo tomado impulso significativo somente a partir de fins da década de 70 do século XX, quando foram classificados como "Patrimônio da Humanidade" pela UNESCO, como ressalta Dethier (1992, p. 7), "duas cidades inteiramente edificadas em terra crua – Shibam (figura 2.11) e Sanaa – no Iêmen e, na Europa, o célebre palácio de Alhambra (figura 2.12) em Granada".

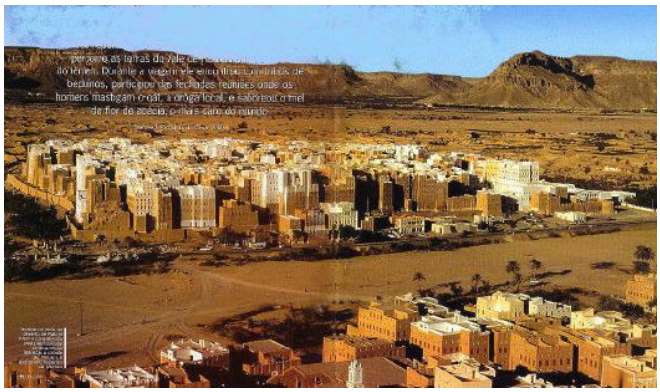


Figura 2.11. Vista da cidade de Shibam (Iêmen): patrimônio da humanidade

Figura 2.12. Palácio de Alhambra (Espanha): patrimônio da humanidade

Desde então, vários encontros e cursos internacionais têm sido realizados para se discutir a terra como um material “do passado”, presente em edifícios de valor cultural que precisavam (e precisam) ser conservados e restaurados e como um material “do futuro”, por representar uma possibilidade viável e concreta de solucionar, pelo menos em parte, algumas questões que afligem os países na atualidade: o déficit habitacional, a crise energética, a diminuição acentuada dos recursos naturais e a poluição atmosférica. Fernandes (2005, p. 205) destaca que foi nessa época, mais precisamente a partir de 1977, que "a pesquisa necessária à conservação do patrimônio em terra foi sistematizada e definida, assim como o desenvolvimento do glossário de termos e a normalização dos ensaios". Ainda segundo a autora, teria sido nesse período que, "pela primeira vez, a arquitetura em terra passa a existir no léxico da conservação e os materiais e métodos tradicionais são encorajados e apontados como soluções na conservação".

Apesar desse reconhecimento, vale ressaltar que a utilização da terra crua para a produção de habitações ainda enfrenta, mesmo na Europa, onde a terra sempre foi bem vista na construção civil, um grande preconceito. Garcia (2002, p. 34-35) aponta alguns fatores, considerados por ele como ameaças, que explicam, de certa forma, as origens desse "mal estar" que rodeia a terra crua como material de construção:

> - obsessão que discrimina os materiais de construção a partir de um conceito errado de modernidade que apresenta alguns materiais como o cimento, o ferro e os polímeros como os símbolos dos "materiais modernos" e associa o material terra com a pobreza e a precariedade em geral;
> - a perda de identidade cultural como conseqüência de estar imersos num mundo globalizado, orientado por um mercado livre de economia não regulada mas sim seletiva, que causa uma agressiva competitividade entre os chamados materiais "modernos" e a terra como recurso natural de construção;
> - a precariedade das construções com terra que resulta da falta de conhecimentos científicos no uso deste material na construção;
> - a marginalização da arquitetura de terra no ensino universitário, que privilegia outros materiais considerados símbolos do "moderno";
> - a falta de inversão nas políticas nacionais de investigação e falta de programas de financiamento para a construção de habitações de terra;
> - a falta de normas técnicas para a construção com terra.

A esperança de que questões como essa influenciem cada vez menos na utilização da terra para a construção civil está exatamente no trabalho das inúmeras instituições espalhadas por todo o mundo que se dedicam tanto a pesquisar esse material e as técnicas nas quais ele pode ser utilizado quanto a desenvolver novas propostas que resultam em habitações de boa qualidade a preço bastante reduzido. Destacam-se os trabalhos desenvolvidos na França, com

o CRATerre e com o Comitê Específico do ICOMOS para a Arquitetura em Terra, na Espanha, com o Centro de Investigação Navapalos e na América Latina, especialmente em países como Peru, Argentina, Colômbia, Brasil e Chile. A atuação de profissionais pertencentes a programas e redes[7] ligados ao tema também tem contribuído para essa difusão.

No Brasil, merecem referência as pesquisas e projetos desenvolvidos pelo CEPED, o GRET, o NEPHU e os trabalhos de arquitetos como Wilza Lopes, Raymundo Rodrigues, Marcos Reco Borges, Sylvio Sawaya, Cydno da Silveira e Karla Caser, além de programas que incentivam o desenvolvimento de pesquisas na área do ambiente construído, como é o caso do HABITARE .

[7] Merecem ser citados o CYTED, fruto da integração entre a América Latina e a Espanha e o Correio Proterra, rede que une profissionais atuantes no campo da arquitetura e construção com terra na América Latina e nos países da Península Ibérica.

3. A TERRA E A MADEIRA: ASPECTOS GERAIS

Antes de iniciar o estudo propriamente dito sobre a técnica do pau a pique, é importante que algumas questões inerentes aos materiais terra e madeira sejam conhecidos. Tal conhecimento permitirá uma análise mais cuidadosa e profunda do objeto de trabalho (edifício a ser restaurado, por exemplo), essencial nas fases de mapeamento de danos e de diagnóstico explicitadas posteriormente no Capítulo V, fases estas que indicarão a necessidade e, se for o caso, o grau da intervenção no edifício.

Visto que a terra é o material de maior interesse para o presente trabalho, ela será tratada com mais vagar que a madeira, sendo enfocadas nesta última somente algumas de suas características como material de construção e o seu comportamento frente às tensões que sobre ela atuam no edifício.

3.1. O SOLO

Dentre todas as características e classificações dos solos, existem aquelas que, especificamente, devem ser conhecidas por todos aqueles que trabalham com esse material na construção civil, seja para construir novos edifícios, seja para intervir naqueles já existentes. No decorrer do capítulo, serão abordados alguns aspectos tais como: origem, fases, tamanho das partículas constituintes, forma, estrutura, granulometria, plasticidade e atividade mineralógica.

3.1.1. **A formação (gênese) dos solos**

Os solos, que constituem a parte sólida do planeta, são o resultado direto de processos físicos e químicos de intemperização que agem sobre as rochas gerando partículas de diversos tamanhos.

No intemperismo físico, as rochas são desintegradas sem perder as suas características mineralógicas. Alguns dos principais agentes desse processo são, segundo Nogueira (1988, p. 25), o crescimento de cristais estranhos à rocha, como partículas de sal, e o movimento de contração e expansão da mesma provocado pela variação de temperatura.

No caso do intemperismo químico, as rochas são decompostas através de reações químicas entre os minerais que as constituem e soluções aquosas de diferentes teores.

Processa-se por fases: na primeira, ocorre o ataque químico aos minerais com alteração na cor, mas a textura original não se modifica; na segunda, os minerais estão totalmente decompostos, mas ainda é possível perceber a textura; na terceira, a textura desaparece por completo (NOGUEIRA, 1988, p. 26).

Os fatores que influenciam nessa formação dos solos através de processos de intemperismo são, de acordo com João Baptista Nogueira (1988, p. 28):

- composição mineralógica e textura da rocha de origem: "uma mesma rocha poderá formar solos com propriedades diferentes enquanto que rochas com composição e textura diferentes poderão formar um mesmo tipo de solo";
- clima: "através da temperatura e da chuva, é o fator preponderante no tipo e extensão do intemperismo". Por exemplo, em regiões onde a quantidade de chuva é grande e a temperatura é alta, o intemperismo químico é mais ativo e a influência dos organismos é mais acentuada. Em regiões com estações bem definidas, há uma ação dos dois tipos de intemperismo;
- topografia: "controla a percolação, infiltração e velocidade superficial da água e a erosão";
- vegetação: dependendo do tipo de vegetação existente em cada região, varia a quantidade de ácidos orgânicos que atacam as rochas;
- tempo de atuação dos fatores anteriores: influencia diretamente na formação de diversos tipos de solos.

As partículas (ou sedimentos) inorgânicas resultantes desses processos de intemperização podem permanecer junto à rocha de origem ou se deslocar para outro lugar em função de agentes tais como a água, o vento, a gravidade e as geleiras. No primeiro caso, o solo é conhecido como residual; no segundo, é dito transportado. Existem ainda os solos denominados orgânicos, que são formados pela mistura de restos de organismos animais ou vegetais e as turfeiras, estas últimas "formadas por uma carbonificação incipiente de matéria orgânica vegetal" (NOGUEIRA, 1988, p. 32).

3.1.2. **Fases do solo**

O solo é formado por três fases distintas, como mostra a figura 3.1: a sólida, a líquida e a gasosa. As partículas minerais que compõem a fase sólida, conhecidas como sólidos do solo, estão dispostas de maneira a formar uma estrutura porosa que, por sua vez, contém as fases líquida e gasosa. Os poros da estrutura são denominados de vazios do solo.

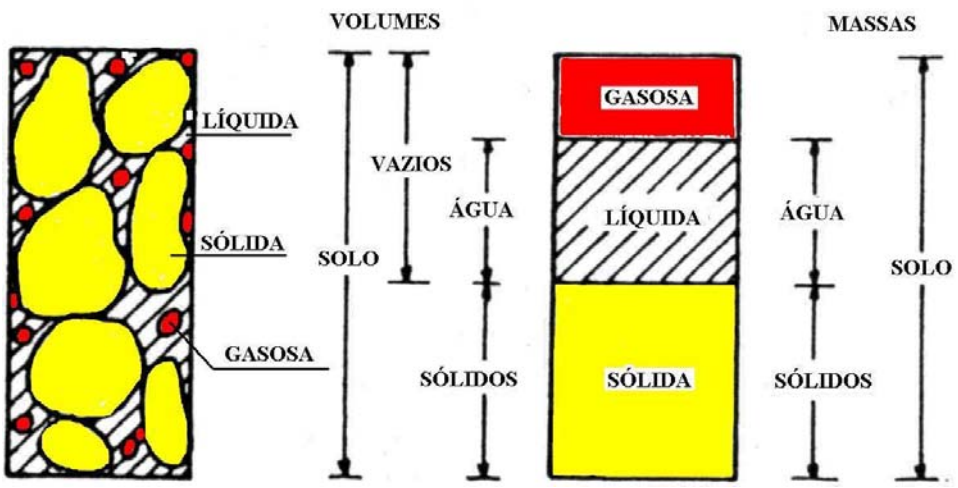


Figura 3.1. Fases do solo

Para se conhecer tais fases é necessária a determinação de índices que relacionam volumes e massas dos constituintes do solo entre eles próprios e entre si, denominados índices físicos, importantes por indicarem o comportamento (ou estado) dos solos em um dado momento. Por ser um assunto demasiado específico, a sua determinação não será aqui abordada.

3.1.3. **Tamanho e forma dos sólidos**

As partículas sólidas do solo possuem diversos tamanhos. Algumas delas podem ser percebidas a olho nu, como os pedregulhos e as areias; outras são tão pequenas que ficam visíveis somente no microscópio, como as argilas[8].

Basicamente, existem dois tipos de solos de acordo com o tamanho das partículas que os compõem: os solos grossos, formados pelos pedregulhos e areias (que ainda se subdividem em grossa, média e fina) e os solos finos, compostos por siltes e argilas.

As características de cada uma das frações são, segundo a ABNT (1995b):

- pedregulhos: "solos formados por minerais ou partículas de rocha" (ABNT, 1995, p. 15). São inertes e resistentes;
- areias: sua origem é semelhante a dos pedregulhos. São ásperas ao tato e quando não têm agregadas partículas finas, não se contraem ao secar, não apresentam plasticidade e

[8] Para se ter idéia sobre a escala de tamanho de determinadas partículas de argila, somente a título de curiosidade, consideremos uma que meça dez Angstrons (0,000001 milímetros). Se ela fosse ampliada para o tamanho de uma folha de papel, grãos de areia com dimensões entre um e dois milímetros ficariam com um diâmetro entre cem e duzentos metros (PINTO, C., 2000, p. 3)

comprimem-se facilmente quando sobre elas é aplicada determinada carga;

- siltes: "solo que apresenta baixa ou nenhuma plasticidade, e que exibe baixa resistência quando seco o ar. Suas propriedades dominantes são devidas à parte constituída pela fração silte" (ABNT, 1995, p. 17);

- argilas: são marcadas pela sua plasticidade, elevada resistência quando secas e alto grau de atividade em presença da água, esta última variando em função do argilomineral presente. Os principais minerais argílicos – sílica e alumínica – dependendo das associações que venham a ter, constituem grupos entre os quais se destacam os das caulinitas, das montmorilonitas e das ilitas.

A tabela 1.1 exibe os valores atribuídos pela ABNT (1995b) a cada uma dessas frações dos solos segundo o seu tamanho:

Fração	**Limites definidos pela Norma da ABNT**
Matacão	de 1m a 200 mm
Pedra	de 200 mm a 60 mm
Pedregulho	de 60 mm a 2,0 mm
Areia grossa	de 2,0 mm a 0,6 mm
Areia média	de 0,6 mm a 0,2 cm
Areia fina	de 0,2 mm a 0,06 mm
Silte	de 0,06 mm a 0,002 mm
Argila	inferior a 0,002 mm

Tabela 1. Dimensões das frações do solo

Em relação à forma, também se podem notar diferenças entre os solos grossos e os finos. Os primeiros normalmente têm sua forma semelhante a esferas sendo que aqueles com superfícies lisas normalmente indicam partículas constantemente transportadas, como é o caso dos seixos de rios, por exemplo. As partículas que apresentam vértices ou arestas sugerem solos residuais, como se pode notar na figura 3.2.

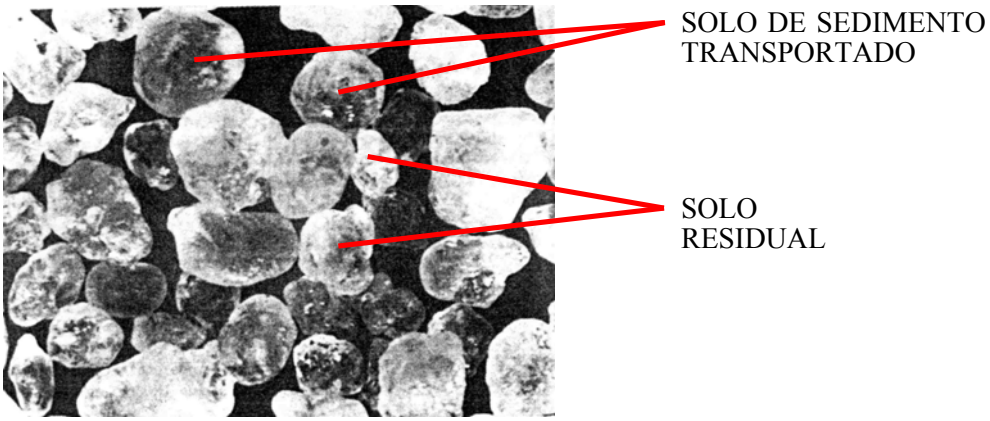


Figura 3.2. Forma das partículas

3.1.4. **Cor dos solos**

A cor de um solo depende das cores dos minerais nele presentes podendo, por isso, variar em diferentes tipos de solo ou, até mesmo, em diferentes horizontes de um mesmo solo. Os fatores que influenciam nas diversas tonalidades existentes são a rocha de origem, os intemperismos químicos ocorridos e a presença de matéria orgânica.

Uma das maneiras de se descobrir os componentes dos solos é através da avaliação de suas cores: tons escuros de marrom e cinza, além do preto, indicam a presença de matéria orgânica; os vermelhos, amarelos e algumas tonalidades de marrom indicam a ocorrência de intemperismo químico; as cores mais claras indicam solos de origem inorgânica onde predominam a sílica, a gipsita ou depósitos de caulinita (argila) (NOGUEIRA, 1988, p. 34).

Além da NBR 7250 (ABNT, 1982b), existem tabelas que apresentam diversas tonalidades para a classificação das cores dos solos, como a de Munsell.

3.1.5. **Estrutura dos solos**

A estrutura diz respeito ao modo como estão dispostas as partículas do solo e às forças que atuam entre elas influenciando, além da circulação de água e ar no seu interior, outras propriedades físicas. É importante que seja conhecida, pois auxilia no "entendimento de diversos fenômenos notados no comportamento dos solos, como, por exemplo, a sensitividade das argilas[9]" (PINTO, C., 2000, p. 8).

[9] Sensitividade das argilas diz respeito à diminuição da sua consistência após o manuseio (amolgamento) em relação ao estado natural (indeformado). A consistência é indicada pela resistência apresentada pela argila e é quantificada por um ensaio de compressão (PINTO, C., 2000, p.22).

A estrutura dos solos grossos, mais especificamente das areias, varia entre fofa e compacta possuindo, uma e outra, os aspectos mostrados na figura 3.3. A força que atua entre as partículas, quando do processo de sedimentação, é a da gravidade.

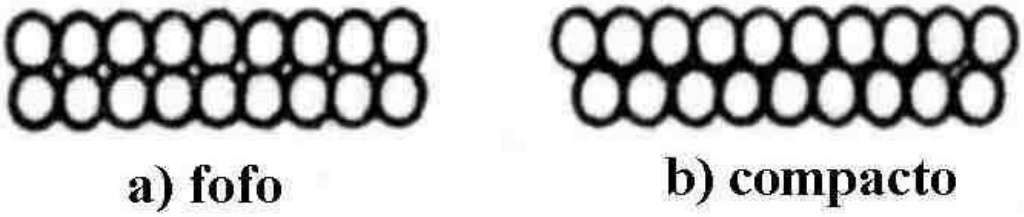


Figura 3.3. Estrutura dos solos grossos

A estrutura dos solos finos é um pouco mais complexa, pois, sobre ela, interfere uma série de fatores que acabam por influenciar no seu comportamento. Um deles diz respeito à superfície específica das partículas que será maior quanto menor for o seu tamanho (PINTO, 2000, p. 12). O outro refere-se à estrutura: torna-se importante conhecer, mesmo que brevemente, as unidades estruturais básicas de alguns tipos de argila para entender, conseqüentemente, o seu comportamento quando em contato com a água. Para isso, serão apresentados a seguir tanto os tipos de ligações entre as partículas do solo quanto as características dos minerais presentes nas argilas (minerais argílicos).

- ligações: em relação às ligações, existem dois tipos principais: a intramolecular (dos tipos iônica, covalente e heteropolar), onde um átomo se une a outro átomo da mesma molécula, e a intermolecular (dos tipos hidrogênio e Van der Waals), onde um átomo se une a outro de uma molécula diferente. A primeira é difícil de sofrer alterações com o passar do tempo por ser muito forte; a segunda, em relação à primeira, é mais fraca, suscetível a alterações devido à ação de esforços externos, o que poderá provocar a modificação das propriedades do solo. Ainda sobre a ligação intermolecular, mais especificamente sobre aquela do tipo hidrogênio, diz Benedito de Souza Bueno (1984, p. 76): "(...) É uma ligação mais fraca do que a de valência principal [intramolecular], porém, difícil ainda de ser quebrada por esforços externos". Continua ele sobre a ligação do tipo Van der Waals: "(...) Estas ligações são fracas, facilmente quebradas com a introdução de moléculas de água" (BUENO, 1984, p. 82).

- minerais argílicos: os principais são os silicatos hidratados de alumínio, magnésio e ferro. Seus átomos se dispõem em forma de lâminas ou lamelas a partir de unidades estruturais básicas conhecidas como tetraédrica de sílica, representadas pela forma trapeisodal indicada na figura 3.4a, e octaédrica de alumina, representada pela forma retangular mostrada na figura

3.4b (NOGUEIRA, 1988, p. 80). A ligação entre lamelas, constituindo placas, é do tipo intramolecular, portanto mais forte. Já a ligação entre placas, sendo intermolecular, é mais fraca e, como se viu, pode resultar em modificações no comportamento da argila de acordo com os esforços externos que sobre ela possam agir.

Figura 3.4. Representação das unidades estruturais da sílica (a) e da alumina (b)

Vários tipos de minerais argílicos são formados a partir das associações das unidades estruturais citadas. Dentre eles, serão destacados os grupos das caulinitas e o das montmorilonitas.

A unidade estrutural das caulinitas caracteriza-se pela superposição de placas formadas por uma lamela tetraédrica de sílica e outra octaédrica de alumina, como indicado na figura 3.5. Sendo a ligação entre as placas do tipo hidrogênio, apesar de intermolecular, é bastante difícil a penetração de moléculas de água entre elas, o que permite que não ocorra inchamento ou contração do solo que contenha este argilo-mineral.

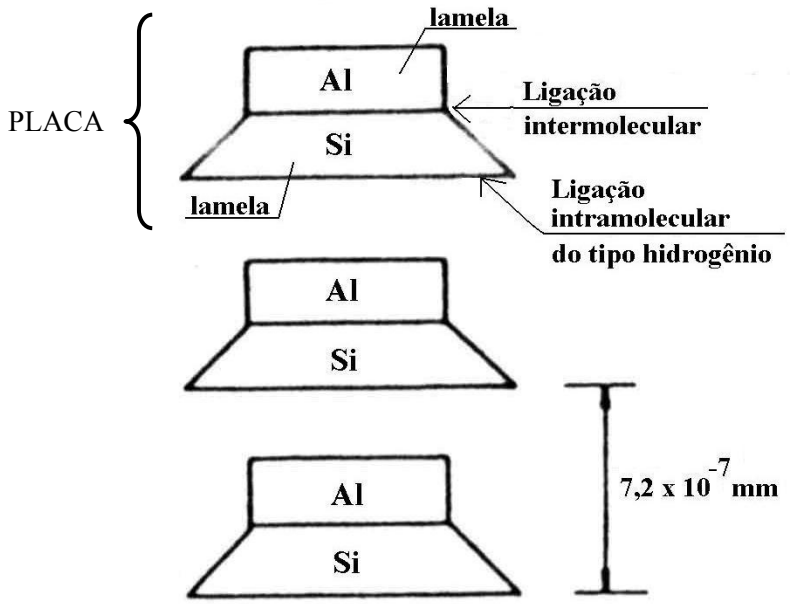


Figura 3.5. Unidade estrutural da caulinita

As montmorilonitas ou, como também são conhecidas, bentonitas, como não são adequadas para utilização na construção civil, não serão aqui tratadas.

3.1.6. **Identificação dos solos através da análise de suas partículas**

É possível conhecer, através da análise de suas partículas constituintes (composição granulométrica), o solo com o qual se está trabalhando. Esse conhecimento torna-se importante a partir do momento em que, pela realização de ensaios em laboratório e em campo, pode-se fazer a identificação das características e do provável comportamento desse solo.

Os ensaios de laboratório fornecem informações precisas sobre os diversos tipos de solo e sobre as suas características. Os procedimentos para a sua realização são normalizados pela ABNT. Geralmente são realizados somente se os resultados dos ensaios de campo não forem suficientes para caracterizar os solos devido ao seu alto custo e ao fato de nem sempre existirem laboratórios especializados próximos aos locais onde estão sendo realizados os estudos nos edifícios.

Os ensaios de campo, também conhecidos como expeditos, podem ser feitos no local da coleta do solo ou nos arredores do edifício que estiver sendo estudado. Para uma primeira análise e identificação daqueles solos que serão adequados para o uso que deles se pretende, os ensaios de campo são bastante indicados, pois seus resultados são confiáveis (quando realizados adequadamente) e de baixo ou nenhum custo[10].

3.1.7. **Estabilização dos solos**

Existem técnicas conhecidas como estabilização que são adotadas no sentido de melhorar as características de cada tipo de solo se estes, naturalmente, não forem totalmente adequados para o uso no sistema construtivo pretendido.

A estabilização interfere diretamente "(...) sobre a textura ou sobre a estrutura modificando a porosidade ou a permeabilidade de um terreno ou melhorando as ligações entre as partículas"10 (BATI, 2001, p. 154), além de melhorar a sua resistência mecânica (à compressão, à tração e ao cisalhamento) e à abrasão pelo vento e pela chuva (SANTIAGO, 2001, p. 58).

[10] No Capítulo 5 está a indicação dos principais ensaios que devem ser realizados em edifícios de pau a pique, tanto para aqueles já existentes quanto para novas construções.

As características dos aditivos utilizados para estabilizar o solo devem ser minuciosamente conhecidas, pois determinados produtos que são empregados indiscriminadamente, além de não produzirem o resultado esperado, serão agentes de futuras patologias, tanto para as ações de conservação e restauro quanto para novas construções. Por isso, a realização de pesquisas, de laboratório e de campo, sobre o comportamento dos estabilizantes em cada caso é de grande auxílio no que diz respeito à sua eficiência e ao seu custo final de utilização.

Segundo Hugo Houben (1994, p.74), existem três tipos de estabilização:

a. Mecânica: as partículas do solo são rearrumadas através de processos de compactação ou de modificação da sua granulometria, sem o acréscimo de aditivos. O primeiro processo, que interfere na estrutura do solo, refere-se, basicamente, à redução dos vazios com o auxílio de uma prensa, de um vibrador ou de um pilão. O segundo, que se baseia na modificação da textura do solo, é caracterizado pelo acréscimo ou pela eliminação de grãos conforme a composição do mesmo (SANTIAGO, 2001, p. 60):

- solo rico em grãos graúdos: o excesso deverá ser eliminado por peneiramento;
- solo rico em finos: do total do solo a ser usado, uma parte é lavada e posteriormente misturada à parte restante;
- solo com textura descontínua: se a curva granulométrica apresentar um patamar, acrescenta-se a fração faltante; se a curva apresentar um pico, exclui-se a fração em excesso;
- solo muito arenoso e solo muito argiloso: mistura-se os dois tipos.

b. Física: a textura original do solo é modificada através da adição de grãos (já citado anteriormente) e de fibras, que são os dois métodos mais usados. Quando, por exemplo, uma parede de terra (seja qual for o sistema construtivo adotado) está sujeita a movimentos de expansão, compressão e tensão e à ação da água, a utilização das fibras é recomendada porque estas formam, juntamente com a fração arenosa do solo utilizado, uma armadura que os distribui de maneira mais uniforme pela área deste material. Com a sua adição, se em excesso, "a resistência mecânica final do material é reduzida, mas se ganha em estabilidade e durabilidade" (BARDOU e ARZOUMANIAN apud NEVES, 2005, p. 11).

Podem ser usadas fibras de origem vegetal como a palha, o sisal (figuras 3.6 e 3.7), o feno, as fibras de palmeiras, de bambu e de casca de coco; de origem animal, como os pêlos e as crinas; de origem industrial como a fibra de vidro, o aço etc.

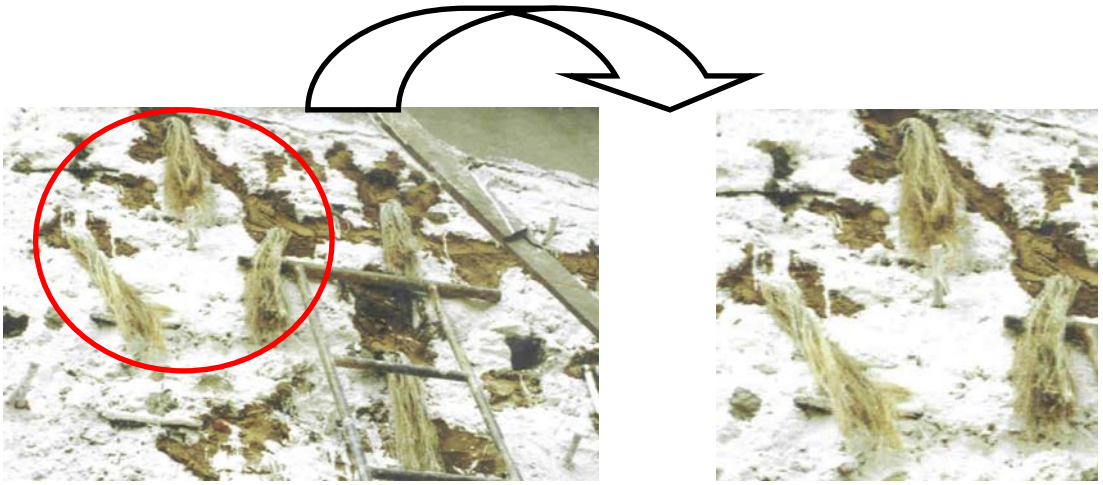


Figura 3.6. Fibras de sisal

Figura 3.7. Detalhe da figura 3.6.

No caso do pau-a-pique, as características das fibras que serão usadas nas camadas de emboço e reboco deverão ser um pouco diferentes daquelas que serão usadas no enchimento, principalmente pela condição de maior exposição daqueles (são camadas mais externas) e pelos movimentos de expansão e retração que eles têm de suportar. Segundo Alain Hays (1986, p. 72), "(...) as altas tensões que têm que suportar o reboco por sua situação muito exposta e seu modo de colocação em camadas finas pedem mais exigências para a seleção das fibras que no caso do enchimento (...)". Ainda para o autor, elas devem ser resistentes à tração, fáceis de misturar, ter uma boa aderência com as argilas, não absorver muita água, serem pouco apodrecíveis e possibilitarem a realização de trabalhos em camadas delgadas. As fibras do enchimento garantem a esta camada, naturalmente mais argilosa que as outras duas, uma maior flexibilidade − o que permite que ela acompanhe os movimentos da trama sem fissurar em demasia − e aumentam o poder de aderência do reboco no emboço.

c. Química: para alterar as características do solo, principalmente no que diz respeito à diminuição da sua capacidade de absorção de água, os produtos adicionados reagem físico-quimicamente com as partículas ou criam uma matriz que liga ou encobre os grãos. No primeiro processo, o estabilizante (que pode ser um ácido, um polímero, um floculante etc.) inicia um processo de catalização que "liga" as folhas de argila (HOUBEN, 1994, p. 77); no segundo, o estabilizante preenche os vazios do solo, envolvendo e unindo as partículas. Os produtos mais comumente utilizados neste segundo caso são:

- cimento (solo-cimento): normalmente usa-se o cimento Portland;
- cal (solo-cal): geralmente é usada a cal virgem ou aquela já hidratada;

- gesso: usado para aumentar a coesão entre as partículas do solo;
- betume: impermeabiliza o solo preenchendo os seus vazios. Apresenta resultados mais satisfatórios para terras arenosas e siltosas;
- resinas: normalmente são usadas para impermeabilizar o solo (lignina, silanos), para aumentar a sua resistência mecânica (goma arábica, goma-laca) e para consolidar camadas de emboço e reboco em desprendimento (resinas à base de acetato polivinílico e de álcool polivinílico, suspensões acrílicas, epoxi etc.). São produtos muito caros e nem sempre dão os resultados esperados, pois até aqueles mais compatíveis com a terra, como é o caso do silicato de etila (sílica), apresentam inconvenientes.

A utilização concomitante de dois ou mais dos métodos de estabilização vistos anteriormente é aceitável desde que os resultados já tenham sido previamente pesquisados, o que evitará possíveis danos ao edifício onde os mesmos serão empregados.

Existem produtos de origem vegetal e animal que também são bastante conhecidos principalmente por fazerem parte das tradições do "saber fazer" dos artesãos construtores, mas cuja eficácia no que diz respeito ao que lhes é atribuído proporcionar ao solo, ainda não foi, ou foi insuficientemente comprovado cientificamente. A título de curiosidade, alguns deles são apresentados a seguir:
- para melhorar a impermeabilidade a águas externas: cinzas, pozolana ou pó de tijolos cozidos, clara de ovo, leite, sabão, sangue, mucilagem (líquido de cactáceos), urina de boi, esterco de boi e cavalo, óleos e gorduras animais;
- para melhorar a resistência à compressão: cinzas;
- para aumentar a dureza: urina de boi (para rebocos que contenham cal), pozolana ou pó de tijolos cozidos, mucilagem (líquido de cactáceos), fezes de boi, caseína;
- para aumentar a coesão: mucilagem (líquido de cactáceos), fezes e urinas de boi e cavalo, colas de "chifres, ossos, cascos e peles" (SANTIAGO, 2001, p. 70);
- para aumentar a resistência às intempéries: urina de cavalo, secreção de térmitas, suco de folhas de bananeira.

3.2. A MADEIRA

Apesar de serem responsáveis por uma grande parte das patologias detectadas em paredes de pau a pique, em algumas situações, os problemas não estão relacionados com a

escolha da terra ou com a má execução da técnica, mas à falta de critério na escolha da melhor madeira a ser utilizada para conformar as tramas ou às solicitações indevidas a que as mesmas ficam sujeitas.

Abaixo, foram elencadas algumas considerações sobre a madeira como material de construção que devem ser levadas em consideração quando da sua aplicação em edifícios, principalmente no caso de paredes de pau a pique.

3.2.1. **Considerações iniciais**

Segundo Isabela Cruz (1999, p. 3), a madeira é o "principal tecido formador do tronco dos vegetais das espécies arbóreas". É por esse tecido que a seiva, composto formado por água e sais minerais, circula até as folhas e garante o processo de nutrição da planta. Seus troncos são formados por fibras que se desenvolvem segundo determinadas direções (normalmente paralelas ou perpendiculares em relação ao eixo longitudinal do tronco), desenvolvimento esse que influencia diretamente na homogeneidade e na expansão dos mesmos.

A sua composição química é caracterizada pela presença de celulose, hemicelulose e lignina e varia conforme a espécie botânica. Tais espécies dividem-se em dois grupos:

– coníferas (gimnospermas): possuem madeira mais mole, suas folhas têm forma de agulha, crescem horizontalmente através da formação de anéis (exógenas)[11] e são típicas de regiões de climas frios. São exemplos o pinho e o eucalipto;

– frondosas (angiospermas monocotiledôneas e dicotiledôneas): as dicotiledôneas, normalmente utilizadas em construções, possuem madeira mais dura e, por isso, são mais resistentes aos esforços (tensões) e aos agentes de degradação. Suas folhas são largas e o seu crescimento, também feito através de anéis, é mais lento que o das coníferas. Como exemplos, pode-se destacar a maçaranduba, a cerejeira, os ipês, as perobas, a imbuia, o cedro e o mogno.

A morfologia do tronco de um vegetal exógeno, que é o que particularmente interessa ser aqui conhecido, mostra, a nível da microestrutura, a existência de várias camadas que estão indicadas na figura 3.8.:

[11] As árvores endógenas, diferentemente das exógenas, crescem de dentro para fora (palmeiras e bambus) (OLIVEIRA, 1996, p. 38).

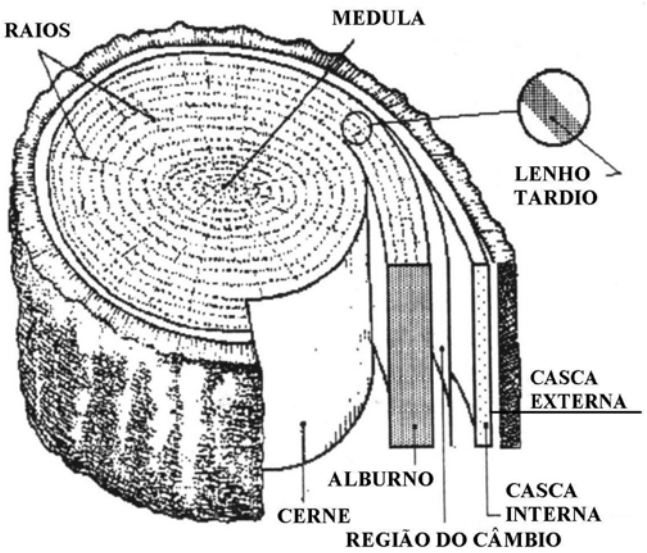


Figura 3.8. Morfologia do tronco de árvores exógenas

Essas camadas, especificadas a seguir, apresentam as seguintes características:

– casca – elemento mais externo do tronco formado por células mortas;

– câmbio – responsável pelo crescimento do vegetal;

– lenho – corresponde à madeira propriamente dita e é a parte mais resistente do vegetal. É subdividido em: alburno ou "branco da madeira" (CRUZ, 1999, p. 6) por ser de cor mais clara, constituído por células vivas responsáveis pelos movimentos ascendentes da seiva e menos resistente e mais suscetível ao ataque de fungos e insetos; e cerne, que é o elemento de sustentação das plantas adultas, geralmente de cor escura, formado por células do alburno que perderam as suas funções fisiológicas. Os extrativos presentes nesta última camada lhe conferem propriedades como cheiro, cor, gosto e, em alguns casos, apresentam atividades inibidoras ou tóxicas aos organismos xilófagos lhe servindo como preservantes naturais (LELIS, 2001, p. 5);

– medula – núcleo representativo do crescimento primário da planta. É pouco durável e apresenta baixa resistência mecânica não sendo indicada, portanto, para ser usada em construções.

Em termos de microestrutura, é importante ressaltar aqui as células ou fibras, como são mais conhecidas, das dicotiledôneas[12]. Correspondem a "tubos de paredes finas alinhados na direção axial do tronco e colados entre si" (PFEIL, 2003, p. 2-3) que cumprem o papel de

[12] As células das coníferas são chamadas de traqueóides.

elementos portantes desse último. A referência que se adota em relação à direção das fibras (figura 3.9.) resulta em modificação das propriedades principalmente mecânicas da madeira: a direção longitudinal apresenta valores maiores de resistência e rigidez se comparados aos das direções radial e tangencial.

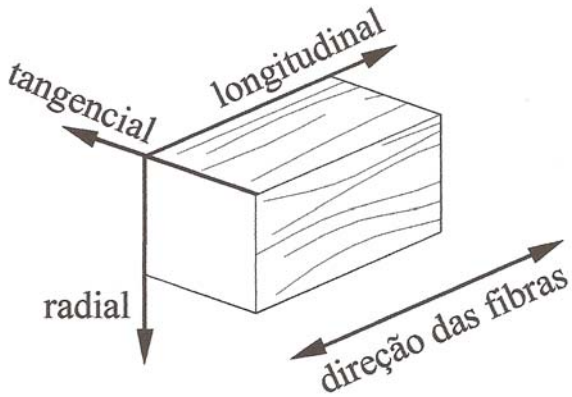


Figura 3.9. Direções da madeira

3.2.2. **Características da madeira como material de construção**

A madeira sempre foi um material utilizado pelo homem em várias de suas atividades, inclusive na de construir. Testemunhos arqueológicos comprovam que, desde o período Neolítico, troncos de árvores eram usados para construir abrigos (JOHNSON, 1994, p. 62). Nos edifícios de pau a pique, geralmente estão presentes nas estruturas autônomas e na composição das tramas.

Puccioni (1997, p. 64) destaca algumas características que tornam a madeira um excelente material de construção: "boa resistência mecânica à compressão e à tração, baixo peso próprio, boa resistência ao choque, bom isolamento térmico e acústico, boa trabalhabilidade e bela aparência". Porém, como todo material, também apresenta algumas desvantagens: é altamente comburente, sofre variações de volume quando as condições ambientais variam, principalmente em se tratando da umidade, e é suscetível ao ataque de organismos xilófagos.

As características inerentes ao material variam de espécie para espécie. Por essa razão, é essencial que tanto a morfologia (já apresentada) quanto algumas propriedades sejam conhecidas para que um resultado ótimo seja alcançado no emprego da madeira em edifícios.

A seguir, estão listadas, resumidamente, algumas dessas propriedades:

3.2.2.1. Físicas

– umidade: a umidade contida na madeira influencia diretamente em algumas de suas propriedades. Quando uma madeira abatida é colocada para secar ao ar livre, ela começa a perder parte da água que estava contida no interior de suas células ocas e aquela que fora absorvida pelas paredes das fibras para o meio ambiente até que atinge um ponto de equilíbrio cujo valor pode variar entre 12% e 15% (OLIVEIRA, 2002, p. 106);
– retratibilidade: a variação da umidade da madeira pode fazer com que a mesma sofra modificações em sua forma através de processos de retração ou inchamento;
– densidade: é uma das principais propriedades das madeiras, pois interfere na sua resistência às tensões de caráter mecânico. Refere-se ao menor ou maior afastamento dos feixes lenhosos (o que significa, respectivamente, a uma menor ou maior densidade), à dimensão das células que formam esses feixes, à sua composição química e à idade do vegetal (CRUZ, 1999, p. 8);
– cor: geralmente, as madeiras mais claras possuem menor densidade e menor resistência mecânica que as mais escuras (CRUZ, 1999, p. 10);
– textura: diz respeito ao arranjo das células e das fibras em cada espécie. É importante para a identificação das espécies botânicas, além de influenciar no desdobro e na serragem das toras;
– odor: pode ser fator para a identificação de espécies e auxiliar na avaliação do nível de umidade contida nas peças. Está presente nos óleos, nas resinas e nas substâncias voláteis da madeira que evaporam junto com a água no seu processo de secagem (CRUZ, 1999, p. 13) e que ficam depositados nas cavidades das células;
– rigidez: desde que mantidos certos limites de pressão, temperatura e esforços mecânicos, permite uma constância da forma e das dimensões das peças de madeira. (CRUZ, 1999, p. 17);
– resistência: dizer que uma madeira é resistente à determinada tensão é também dizer que ela é capaz de suportá-la. Por isso, tal resistência é calculada "pela máxima tensão provocada por determinada solicitação que pode ser aplicada a uma peça, sem que ela venha a sofrer ruptura ou deformação permanente" (CRUZ, 1999, p. 14).

3.2.2.2. Mecânicas

Tais propriedades relacionam-se diretamente à disposição das fibras, pois, como se viu, estes são os elementos portantes e, por isso, os maiores responsáveis pela resistência mecânica da madeira. Os aspectos qualitativos das propriedades mecânicas da madeira estão

relacionados diretamente com a posição e o comportamento das fibras frente às diversas tensões. As principais tensões que podem agir sobre a madeira quando empregada em edifícios de pau a pique (tanto em estruturas autônomas quanto nas tramas) são as seguintes:

– tração: a madeira apresenta seu melhor comportamento frente à tração quando esta incide no sentido paralelo às fibras (axial), situação demonstrada pela figura 3.10. Sua resistência vai diminuindo gradualmente quando a tensão passa de axial para inclinada e, finalmente, chega à perpendicular, situação em que a sua resistência é muito baixa (figura 3.11), pois torna-se muito fácil a separação das fibras. Ultrapassada a tensão de resistência à tração, a tendência é que o material se rompa (REBELLO, 2000, p. 50).

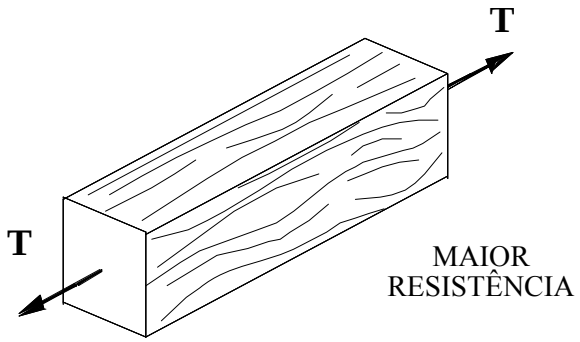


Figura 3.10. Tensão de tração paralela

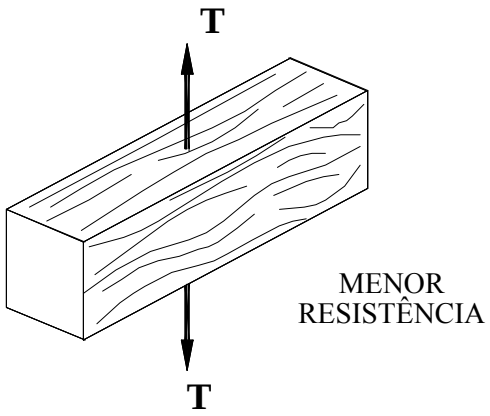


Figura 3.11. Tensão de tração perpendicular

– compressão: para tensões de compressão incidentes paralelamente às fibras da madeira, a resistência não é tão alta quanto no caso da tração neste mesmo sentido, mas é bem aceita para peças curtas (figura 3.12). Porém, à medida em que a tensão vai aumentando de intensidade, aumentam também as chances de na peça ocorrer uma flambagem, que é a perda da estabilidade do material antes da sua ruptura (REBELLO, 200, p. 50) pela separação das fibras (figura 3.13).

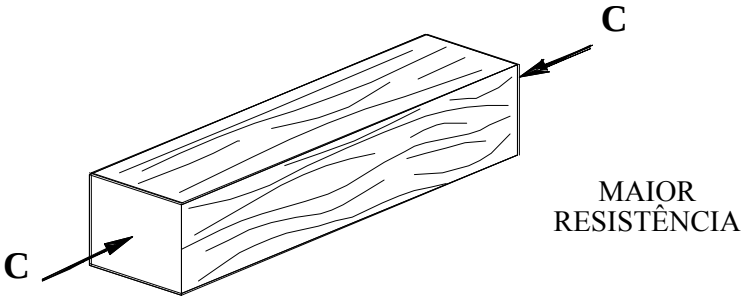


Figura 3.12. Tensão de compressão paralela

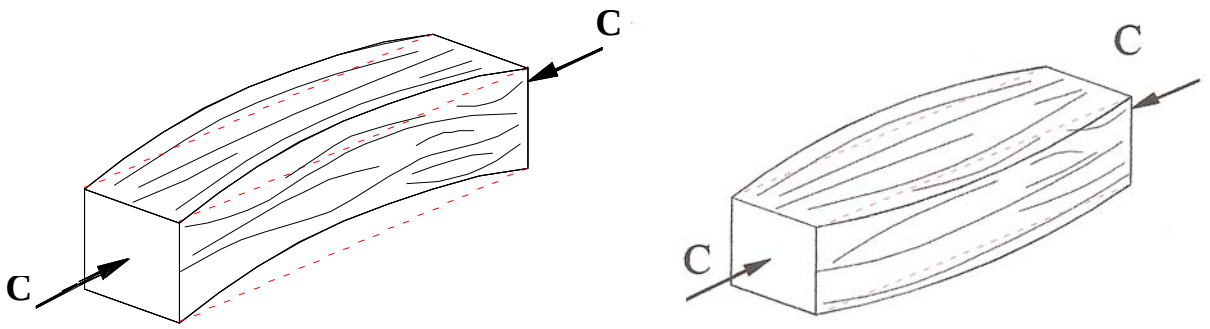


Figura 3.13. Aspecto de peças flambadas

Nos casos de compressão perpendicular à direção das fibras (figura 3.14), a resistência da madeira é cerca de ¼ menor que nos casos de compressão paralela (CALIL Junior, 2003, p. 38). Nessas circunstâncias, as peças ficam sujeitas a um movimento de flexão (figura 3.15) cuja intensidade depende de fatores tais como a porosidade da madeira e as características da tensão (posição, extensão, distribuição).

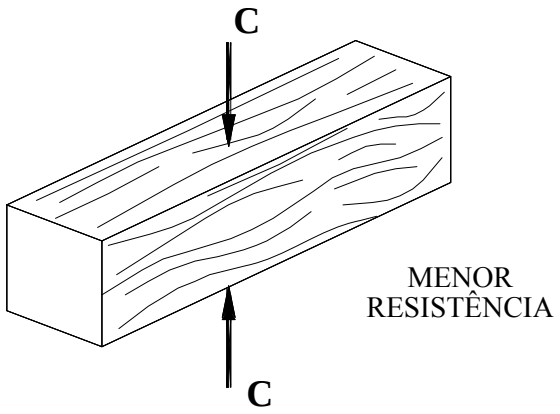


Figura 3.14. Tensão de compressão perpendicular

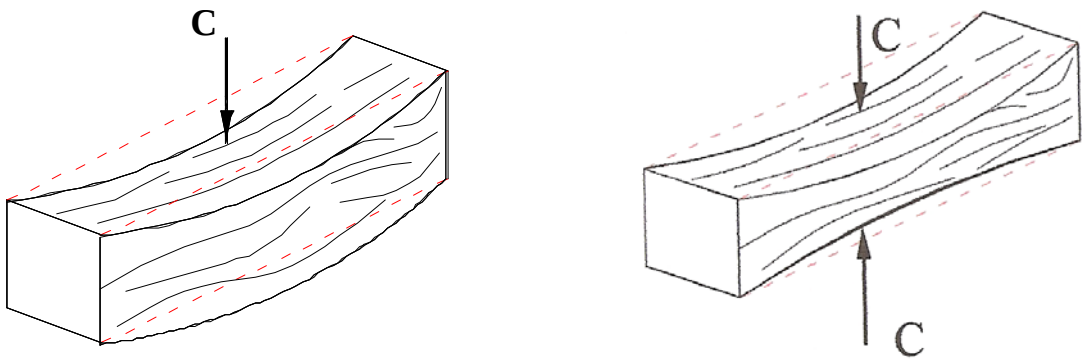


Figura 3.15. Aspecto de peças fletidas

Quando ocorre a flexão, as fibras são solicitadas à compressão axial, à tração axial e ao cisalhamento horizontal (figura 3.16). A peça se rompe quando da

> Formação de minúsculas falhas de compressão seguidas pelo desenvolvimento de enrugamentos de compressão macroscópicos. Este fenômeno gera o aumento da área comprimida na seção e a redução da área tracionada, podendo, eventualmente, romper por tração (CALIL JUNIOR, 2003, p. 41).

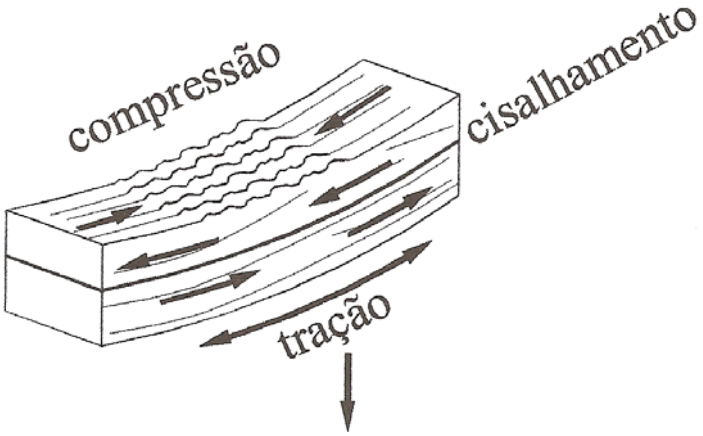


Figura 3.16. Flexão em peça de madeira

– torção: a madeira possui uma resistência muito boa às tensões de torção, casos em que tanto as seções transversais quanto horizontais da peça giram em torno de seu eixo, que permanece reto. É bastante difícil ocorrer este tipo de situação.

– cisalhamento: a madeira comporta-se bem às tensões de cisalhamento perpendiculares às fibras (figura 3.17), mas a resistência é mínima quando as tensões são no sentido das mesmas (figura 3.18).

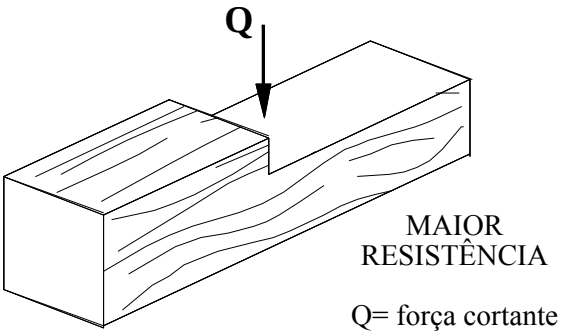


Figura 3.17. Tensão de cisalhamento perpendicular

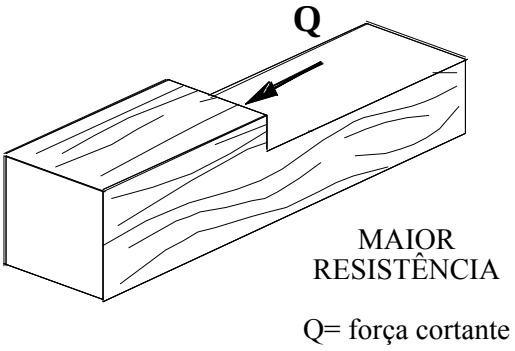


Figura 3.18. Tensão de cisalhamento paralela

4. O SISTEMA CONSTRUTIVO DO PAU A PIQUE

> (...) Ainda agora é só andar pelo interior que elas logo surgem ao longo das estradas. Feitas com o pau do mato próximo e da terra do chão, mal barreadas, como casas de bicho, dão abrigo a toda a familia – crianças de colo, garotos, meninas, os velhos, tudo de mistura e com aquele ar doente e parado, esperando... E ninguém liga de tão
> habituado que está, pois aquilo faz parte da terra como formigueiro, figueira-brava e pé de milho – é o chão que continua.[13]
>
> Lúcio Costa

Neste capítulo será vista, mais amiúde, a técnica do pau a pique e a sua utilização em edifícios brasileiros de valor cultural.

Trata-se, basicamente, de uma trama de madeira constituída por paus verticais (pausm a pique) presos, em ambos os lados, a paus horizontais (ripas) sobre a qual é aplicada manualmente uma argamassa de barro que preenche seus vazios (figuras 4.1 e 4.2).

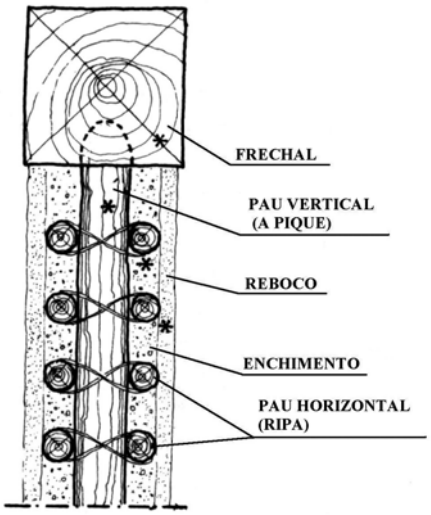


Figura 4.1. Seção de uma parede de pau a pique

Figura 4.2. Parede de pau a pique

O pau-a-pique, ao contrário de outras técnicas de arquitetura que utilizam a terra crua como matéria-prima − o adobe e a taipa de pilão, por exemplo − não é estrutural[14], mas de vedação. Por isso, quando é empregada em paredes externas, está sempre associado à existência de uma estrutura autônoma, em geral a gaiola de madeira, mas outros materiais,

[13] COSTA, Lúcio. **Arquitetura**. 2 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2003.
[14] "Parede que, além de se constituir em vedação, suporta por toda a sua extensão as cargas da construção. É maciça e geralmente de taipa de pilão, alvenaria de pedra, tijolos ou adobe" (ÁVILA, 1996, p.69).

como a pedra e os tijolos cozidos, podem ser empregados.

Como toda técnica construtiva, também apresenta variações de execução, de composição e de nomenclatura que estão relacionadas diretamente às regiões onde é encontrada. No que diz respeito à nomenclatura, as designações mais conhecidas são baseadas na própria forma de fazê-lo, na colocação dos paus e na aplicação do barro: pau a pique, taipa de mão, taipa de sopapo, taipa de sebe, pescoção, tapona, barro armado. A matéria prima existente no local de execução do edifício (terra, madeira, cipó) e, por isso, sem custos, era (e ainda é), na grande maioria das vezes, a preferida.

Geralmente, o pau-a-pique era utilizado no interior das edificações e em pavimentos superiores por ser bastante leve – algumas paredes apóiam-se, inclusive, diretamente sobre o assoalho de pavimentos superiores sem vigas específicas de sustentação − mas é possível encontrar exemplares onde a gaiola de madeira, interna e externamente, no térreo e nos pavimentos superiores, foi totalmente por ele preenchida.

As paredes que possuem uma única fileira de paus verticais (o que se adotou chamar como trama simples) têm espessuras que normalmente variam entre quinze e vinte centímetros (figura 4.3). As paredes com trama dupla – aquelas em que há duas fileiras paralelas de paus verticais − chegam a ter espessuras entre quarenta e cinquenta centímetros (figura 4.4).

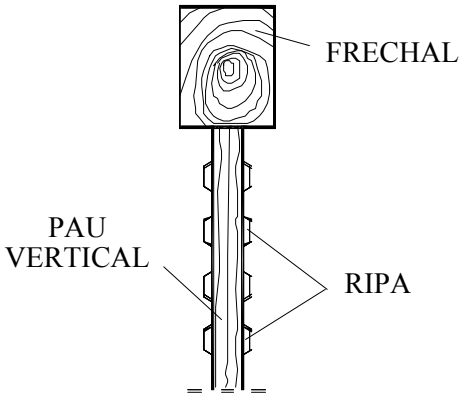


Figura 4.3. Esquema de trama simples

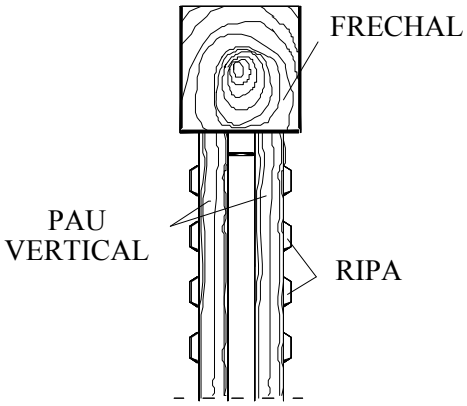


Figura 4.4. Esquema de trama dupla

A seguir, são feitas algumas considerações sobre a utilização do pau a pique no Brasil que demonstram o quanto essa técnica foi, e continua sendo, importante para a história da arquitetura no país.

4.1. O PAU A PIQUE NO BRASIL

Sobre a origem da utilização do pau a pique no Brasil, não se tem maiores informações. Diferentemente de outras técnicas construtivas – como, por exemplo, a taipa de pilão que já era utilizada em Portugal anteriormente ao século XVI, o pau a pique parece ter sido o resultado da soma de experiências portuguesas, africanas e indígenas para erguer edifícios. Para Lemos (1999, p. 42),

> tudo indica que essa técnica tenha sido universal, variando somente o sistema estrutural de sustentação na vertical da referida trama barreada. Vimos que Tibiriçá, no testemunho de Anchieta transcrito por Serafim Leite, fez as paredes da primeira capela jesuítica de barro e paus. Teria aprendido com os padres? Os negros africanos conheciam a técnica (...).

Milanez (apud LOPES, 2001, p. 42) considera que foi uma mistura das paliçadas e tramas de madeira dos indígenas com as técnicas portuguesas no que diz respeito ao trabalho com a terra crua e com as paredes cobertas de barro dos africanos, posição também compartilhada por Freyre (1981, p. 302-303):

> (...) a construção de taipa (...) [teria] se generalizado na Bahia dos primeiros tempos, onde ficou 'popular e rural' por uma 'fácil aliança': a taipa portuguesa e a cabana de varas e palmas dos índios, à que o negro da África ajuntou o sistema de as cobrir de lama ou arremessos de barro que chamamos de 'sopapo'.

Outros já sugerem a realização de pesquisas mais profundas para se saber realmente de quem foram as influências e qual a contribuição dada por cada um dos povos, como comenta Vasconcellos (1968, p. 47):

> (...) embora o pau-a-pique se tenha difundido por todo o Brasil, e intensamente em Minas, é êle totalmente desconhecido em Portugal. Não há, em todo êsse país, exemplo de sua aplicação. Não há, por sua vez, indicações seguras de sua origem africana, a partir das áreas de onde provieram os negros escravos. Em como dos territórios mulçumanos, talvez, que não o levaram para a península ibérica, se transferiram para o Brasil e para as Minas, é problema ainda a pesquisar. A obscuridade de sua origem ressalta das referências documentais alusivas à sua introdução em Portugal, por ocasião da reconstrução de Lisboa [mas não do pau-a-pique em si, mas da estrutura autônoma de madeira que, na maioria das vezes, o acompanha.

Como se pôde notar, a "origem" do pau a pique e/ou a origem das influências que permitiram a constituição da técnica ainda está longe de ser consenso entre aqueles que tratam

e escrevem sobre o assunto. É importante, porém, ressaltar, que independente dessa "origem", o pau a pique foi uma técnica adotada na maioria das regiões do Brasil. Existem diversos relatos que falam sobre o seu emprego desde o início da colonização:

> (...) notamos em primeiro lugar, que as casas rústicas, de pau e barro, com vãos e coberturas rudimentares, levantadas nos primeiros cercados de paliçada, ao iniciar-se a colonização, são iguais às primeiras casas existentes junto aos engenhos e nas aldeias de Pernambuco, quando da invasão holandesa; iguais às dos primeiros arraiais de Minas um século depois, na época febril do ouro; iguais às casas isoladas, pioneiras, que vemos em qualquer rumo do sertão, esparsas à beira dos rios, nas roças longínquas ou dentro da mata espessa.
> A casa que veio em seguida, feita, do mesmo modo, de paus cruzados e barro; de pedra irregular ligada com argamassa, de adobe ou taipa de pilão, é já de melhor construção e realizada com os ensinamentos e reminiscências da casa portuguesa, pois, edificada por portugueses, segue os seus sistemas de construção, apenas adaptados ao meio e aos materiais existentes. Define-se; toma logo forma precisa e estabelece usos que são imutáveis como leis, no correr do seu desenvolvimento, daí por diante (RODRIGUES, 1975. p. 285 e 286).

A técnica era usada em construções as mais diversas, desde senzalas até igrejas matrizes, passando por casas térreas e sobrados de dois ou mais pavimentos. Vauthier ([18--?], p. 91) nos dá uma visão do pau a pique das senzalas de engenhos que viu em Pernambuco:

> (...) As paredes são de pau-a-pique. Pequenas estacas de madeira com casca, de 5 a 6 centímetros de diâmetro, fincadas na terra, suportam um gradeado horizontal, formando quadrados de 20 a 25 centímetros de lado, cheios de barro grosseiramente alisado pela parte de fora. Nenhum reboco protege esse enchimento, por isso, a ação das chuvas e do calor o deteriora prontamente, praticando ali aberturas suplementares através das quais penetra no cubículo um pouco de luz e de frescura (...)

Apesar de ter sido levada pelos bandeirantes paulistas para Minas Gerais em fins do século XVII juntamente com outras técnicas construtivas que utilizavam a terra crua, o pau a pique era empregado no território paulista em pequena escala, já que a taipa de pilão a técnica adotada para a construção da maior parte dos edifícios daquela região até o século XIX, principalmente devido à escassez e/ou à dificuldade de se trazer do interior outros materiais como a pedra e madeiras de lei. A partir do final do século XVIII, juntamente com os mineiros que migram para São Paulo em busca de novas pastagens para o gado (LEMOS, 1999, p. 76), chegou, “reintroduzido”, o pau a pique, onde passou a conviver harmoniosamente com a taipa de pilão a partir de então, como ressalta ainda Lemos (1999, p. 124): "a taipa de pilão por fora das construções, constituindo as paredes mestras, e a taipa de

mão (com muitas variantes construtivas) nas divisórias internas". Segundo o mesmo autor, pode-se verificar também, em regiões paulistas não influenciadas pela ocupação mineira, remanescentes de construções que possuem um tipo próprio de utilização do pau a pique, que foi chamado por ele de "paulista tradicional", onde "todos os elementos verticais da trama de varas se apóiam em embasamento de taipa de pilão ou de pedra argamassada com barro ou, ainda, sobre alvenaria de tijolos igualmente ligados com terra molhada" (1999, p. 125).

Na Bahia, como se viu, a técnica já era conhecida desde a construção dos primeiros edifícios em solo brasileiro e constituía uma grande parcela deles. Em Pernambuco, mais especificamente em Recife e Olinda, apesar do predomínio das construções de tijolos maciços, os sobrados de pau a pique eram encontrados por toda parte. No caso de Olinda, destacamos a descrição, feita por um escritor holandês no século XVII, de um desses sobrados que, na verdade, representa todos os demais no que diz respeito à forma de construir:

> A maneira de construir deles consiste em fincar tantos esteios quantos são necessários para o tamanho da casa; sobre eles, constroem um andar com a altura de um homem e por cima deste andar um teto, coberto de telhas ou folhas de palmeira. Usam o andar térreo para depósito, fechando-o por meio de um entrançado de varas emboçado e cuidadosamente caiado por dentro e por fora (SMITH, p. 124).

No Estado do Rio de Janeiro, a técnica é bastante encontrada em cidades do interior como Valença,Vassouras, Barra do Piraí, Piraí, Paty do Alferes, entre outras. Na capital, a cantaria foi utilizada em maior escala.

Como visto, foram os bandeirantes paulistas que introduziram em Minas Gerais, em fins do século XVII, as técnicas de utilização do barro, em especial o pau a pique. A principal explicação para a adoção desta técnica na região mineira foi a sua facilidade em adaptar-se a terrenos muito acidentados, como é constatado por Lúcio Costa (2003, p. 37):

> (...) nas terras acidentadas de Minas, onde os caminos acompanhavam as cumeadas, com as casas despencando pelas encostas, o pau-a-pique sobre baldrames de pedra foi a solução natural (…).

4.2. ESPECIFICIDADES SOBRE A TÉCNICA

Os diversos sistemas construtivos que utilizam a terra como matéria-prima estão reunidos em dois grupos que são, segundo Puccioni (1997, p. 12-17), as estruturas auto-

portantes, onde se destacam as técnicas de alvenaria de pedra seca, pedra e barro, pedra e cal, taipa de pilão, adobe e de tijolos, e as estruturas autônomas. Particularmente para o presente trabalho este último sistema – estruturas autônomas – será melhor analisado por estar a ele associada a técnica do pau a pique.

Ainda segundo Puccioni (1997, p. 16), o sistema de estruturas autônomas é composto por uma estrutura principal ou autônoma, que desempenha a função portante, pois recebe e "transmite ao solo o peso do telhado, dos pisos intermediários, das paredes divisórias e das paredes de vedação", e por uma estrutura secundária, cujas funções são contraventar a estrutura principal e vedar os quadros (vãos) formados pelas peças que a constituem.

Nas construções atuais, é bastante comum o uso de concreto ou do aço para a execução de pilares e vigas de uma estrutura principal. Porém, em edifícios com valor cultural, a madeira é o material comumente encontrado na confecção das mesmas, que são também conhecidas como "gaiolas" (figura 4.5).

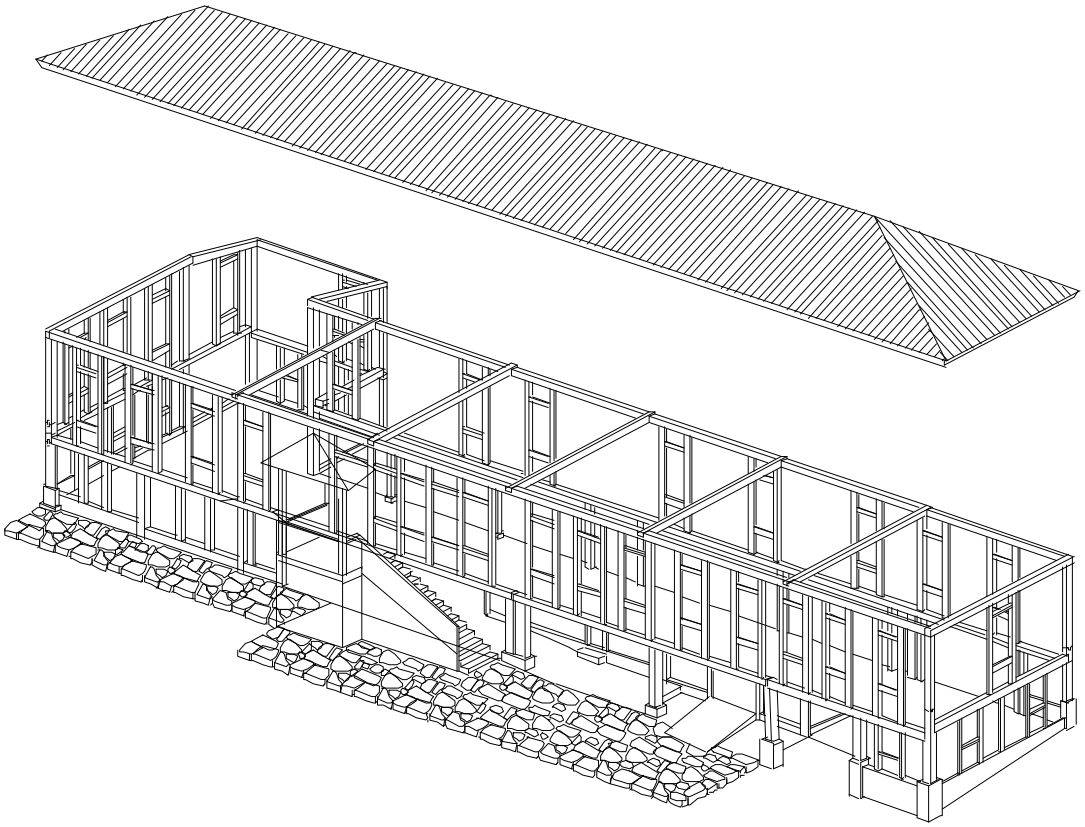


Figura 4.5. Esquema de estrutura autônoma (“gaiola”) de madeira

Como exemplifica a figura 4.6, a gaiola geralmente é composta por peças verticais, denominadas esteios (pilares), aos quais estão ligadas peças horizontais denominadas baldrames, madres e frechais (vigas), de acordo com a sua posição nessa estrutura. Como solução preventiva, era comum os baldrames estarem apoiados sobre uma parede baixa de alvenaria de pedra ou de adobe para evitar que possíveis infiltrações vindas do solo (ascendentes) atingissem essas e outras peças de madeira. As partes dos esteios que ficam incrustadas no solo, conhecidas como nabos (figura 4.7), recebiam tratamento especial, principalmente através de aplicação de fogo, para resistirem melhor visto que estavam em contato constante com a umidade do solo.

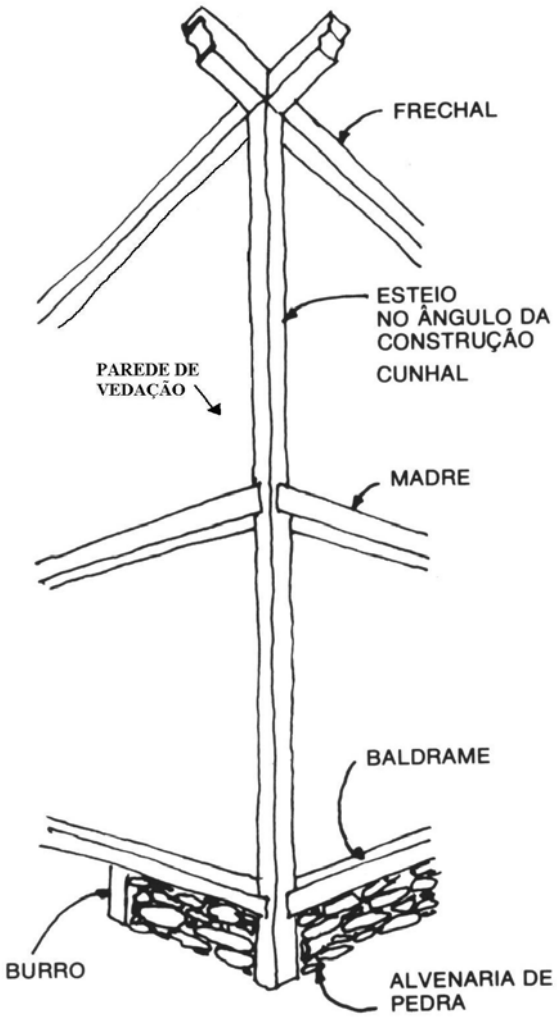


Figura 4.6. Esquema de estrutura autônoma com vedação em pau a pique

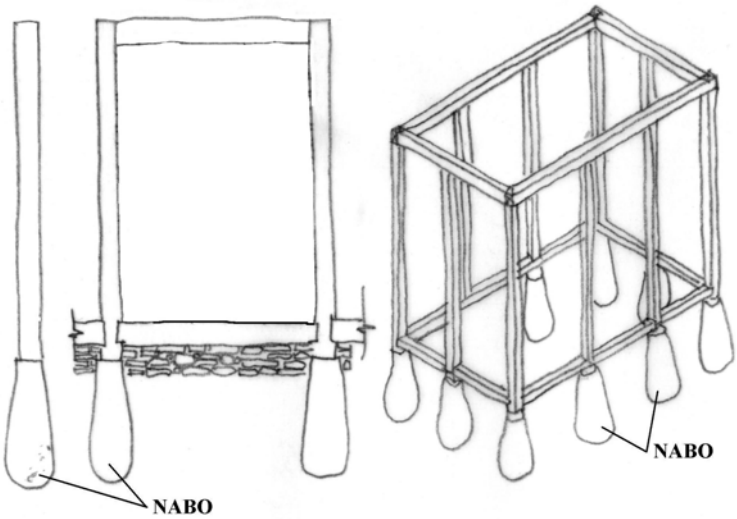


Figura 4.7. Esquema de gaiolas onde se destacam os nabos

Sobre as peças conformadoras da gaiola e as suas funções estruturais na mesma, ressalta Toledo (1983, p. 256):

> (...) Os esteios não eram fincados diretamente no solo, nasciam de troncos previamente fincados (nabos). Os baldrames eram isolados do solo e, para não haver flexão, eram colocados apoios intermediarios [burros]. Os frechais eram responsáveis pelo travamento superior e armação dos beirais. As ombreiras de janelas apoiavam-se diretamente no frechal e no baldrame. A rigidez do conjunto era assegurada pelo uso de peças de madeira em diagonal formando um X. Eram as aspas ou cruz de Santo André (...).

Nos edifícios pesquisados para o presente trabalho, foi encontrado um exemplo clássico de cruz de Santo André (figura 4.8) que está ilustrado na figura 4.9. Ao invés de duas peças em diagonal formando uma cruz, pode-se também encontrar, reforçando estruturalmente a parede, apenas uma dessas pernas.

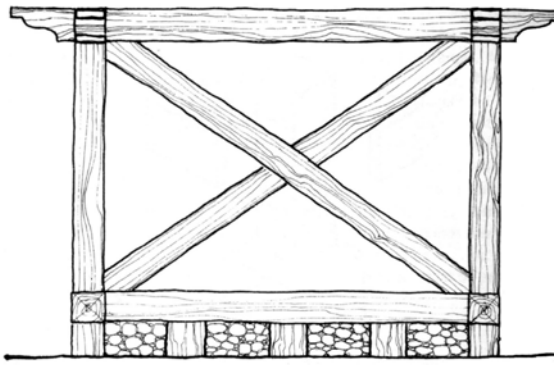


Figura 4.8. Esquema de Cruz de Santo André

Figura 4.9. Cruz de Santo André

Os vãos das gaiolas eram preenchidos por paredes de vedação, que constituem as estruturas secundárias, e podiam ser executadas pelas mais diferentes técnicas como as alvenarias de tijolos cozidos e os entramados.

A família dos entramados consiste em estruturas eminentemente artesanais onde

> (...) a terra, bastante plástica e misturada com fibras, é aplicada sobre um suporte do tipo encanastrado de ripas de madeira ou bambu, entrançado de ramos, para guarnecer uma estrutura geralmente feita de madeira (CRATERRE, 1992, p. 144).

Essa família é composta por várias técnicas também conhecidas como mistas – por unir estruturas vegetais e enchimento de terra – que são utilizadas pelo homem há milênios em diversas regiões do planeta. Algumas dessas técnicas, executadas principalmente na América Latina, estão destacadas na tabela 2.1.

País	**Denominação**
Argentina	*estanteo/ quincha*
Bolívia	*tabique*
Brasil	taipa de mão/ pau a pique
Equador, Venezuela	*bahareque*
Peru	*quincha*

Tabela 2. Principais técnicas de entramados encontradas em países da América Latina

No Brasil, a técnica de entramado mais empregada como estrutura secundária é a do pau a pique, que pertencente ao grupo das taipas[15]. É uma técnica eminentemente artesanal onde o seu executor, aqui considerado como artesão, trabalha com práticas de construção transmitidas, normalmente, de geração a geração. Uma das características mais marcantes desse sistema construtivo e que, na maioria das vezes, passa despercebida pela maioria das pessoas, é a existência das marcas dos dedos dos artesãos que ficam gravadas no barro como se fossem a sua identidade, a sua assinatura "anônima", uma forma de dizer: "esse é o produto das minhas mãos" (figuras 4.10 a 4.13). E essa integração artesão/barro não pára por aí: ela tem início numa etapa até anterior ao barreamento, quando a terra, misturada à água e ao suor do taipeiro, é pisada e marcada, momentaneamente, também pelos seus pés (figura 4.14).

[15] Taipa: o termo de origem árabe refere-se à "parede feita de barro socado ou mole, misturado a outros materiais, que lhe emprestam maior plasticidade e resistência, a exemplo da cal, areia, cascalho, fibras vegetais, estrume animal etc (...)". (ÁVILA, 1996, p. 87).

Figura 4.10. Marcas dos dedos gravadas durante o barreamento

Figura 4.11. Marcas dos dedos do taipeiro

Figura 4.12. Detalhe da figura 4.11.

Figura 4.13. Marcas dos dedos gravadas no barro

Figura 4.14. Taipeiro pisando o barro

4.3. ELEMENTOS QUE COMPÕEM UMA PAREDE DE PAU A PIQUE

Uma parede de pau a pique é composta por diversos elementos, cujas características estão descritas a seguir:

4.3.1. **Trama**

A trama ou esqueleto de uma parede de pau a pique é o elemento estruturador da própria parede; é ela que sustenta o enchimento de barro e que faz a ligação dessa "estrutura de vedação"[16] à estrutura autônoma. Principalmente nas construções mais antigas, os paus eram cortados no mato próximo e utilizados para compor as tramas em seu estado natural. O conjunto das tramas das diversas paredes constitui o esqueleto desse tipo de edifício (figura 4.15).

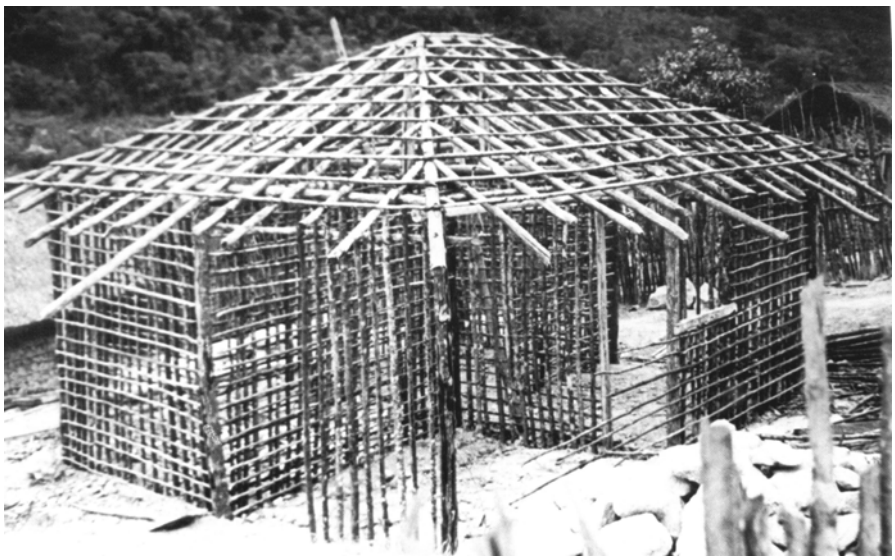


Figura 4.15. Esqueleto de uma casa de pau a pique

É possível encontrar tramas constituídas somente de paus roliços (figura 3.20) ou somente de paus serrados (em construções mais recentes) (figura 4.17) e/ou compostas pelos dois tipos (figura 4.18).

[16] Estrutura não no sentido de suportar cargas, mas no sentido de um conjunto de elementos que serão responsáveis pela vedação de algo.

Figura 4.16. Trama constituída por paus roliços

Figura 4.17. Trama constituída por paus serrados

Figura 4.18. Trama constituída por paus verticais roliços e paus horizontais serrados

Uma trama é composta por paus verticais, paus horizontais e pelo emento que faz a ligação entre ambos, como descrito abaixo:

4.3.1.1. Paus verticais

"Estes paus são freqüentemente roliços, com sua casca inclusive, em seção compatível com a espessura pretendida para as paredes que vão compor" (VASCONCELOS, 1979, p. 45). Não existe uma distância fixa para a colocação dos paus, mas foi possível notar, no caso de tramas simples, medidas que variam em torno de um palmo e meio entre eles (mais ou menos trinta e três centímetros).

Os paus da trama simples são encaixados nos baldrames e frechais (para pavimento térreo) e/ou nas madres e frechais (para pavimentos superiores). O tipo mais comum de encaixe é aquele em que as extremidades dos paus são inseridas em orifícios feitos nas faces

superiores dos baldrames e/ou das madres (figuras 4.19 a 4.21) e nas faces inferiores dos frechais e/ou das madres.

Figura 4.19. Paus verticais encaixados no frechal

Figura 4.20. Detalhe do encaixe no frechal

Figura 4.21. Furos para encaixe de paus verticais

Outro tipo de encaixe encontrado para o caso de trama simples é do tipo macho e fêmea, como se pode verificar nas figuras 4.22 e 4.23.

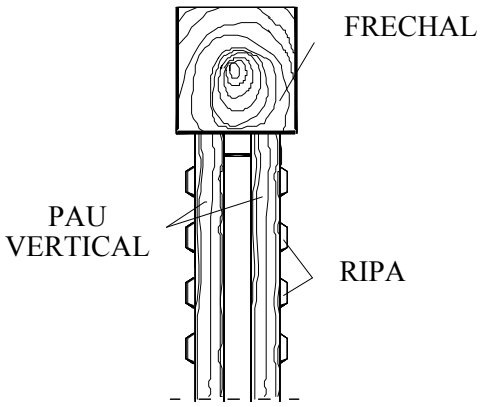


Figura 4.22. Esquema de encaixe do pau vertical no frechal

Figura 4.23. Encaixe do tipo macho e fêmea do pau vertical no frechal

Também podem ocorrer casos em que os paus verticais têm a as suas partes superiores presas às faces laterais dos frechais. Nestas circunstâncias, as varas podem ser fixadas nas faces posteriores dos paus verticais, fazendo parte então do "miolo" da parede (figura 4.24) ou então na parte externa dos mesmos até uma certa altura, sem se aproximar do frechal (figuras 4.25 a 4.27). Sobre esses último caso, comenta Lemos (1999, p. 126):

> (...) Está visto que o revestimento dessas paredes não tem espessura suficiente para esconder o tal pau roliço horizontal, que garante a verticalidade do paramento. Disso resulta que a parede em uma de suas faces, nunca a externa, apresenta uma protuberância paralela ao forro e sempre suja de pó acumulado.

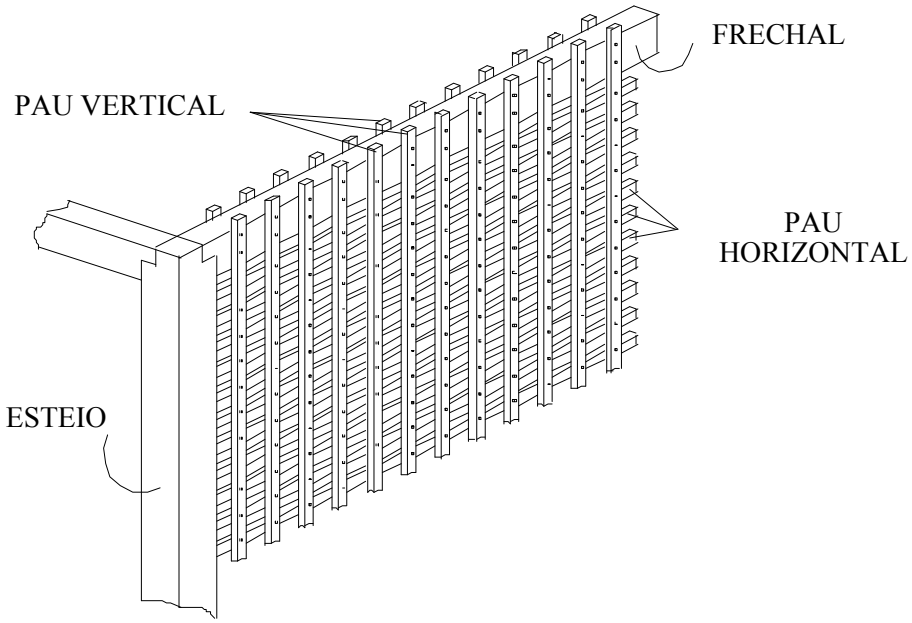


Figura 4.24. Tipo de trama em que os paus verticais são presos às faces laterais dos frechais e as varas, nas faces posteriores dos frechais

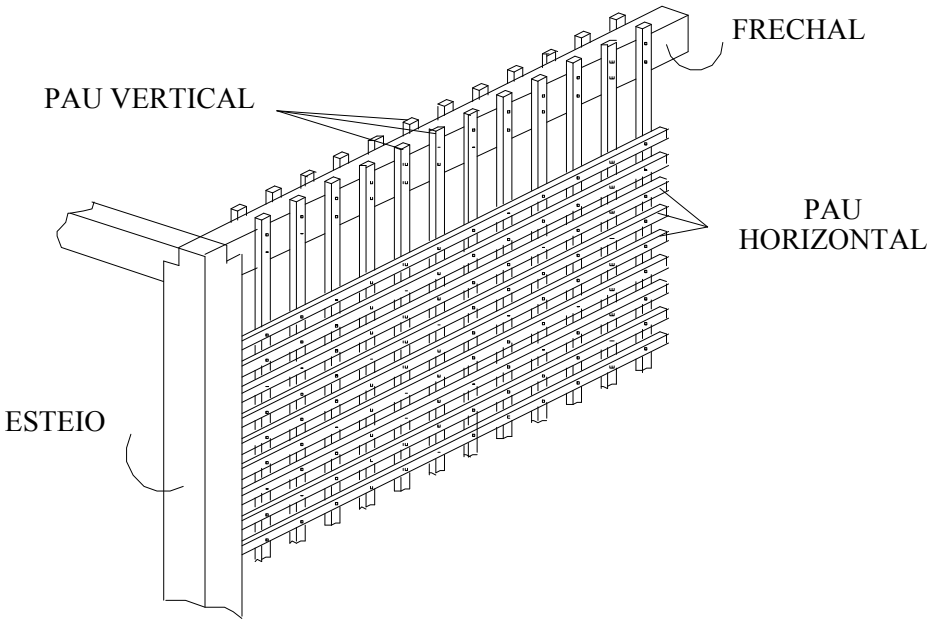


Figura 4.25. Tipo de trama em que os paus verticais são presos às faces laterais dos frechais e as varas, nas faces frontais dos frechais

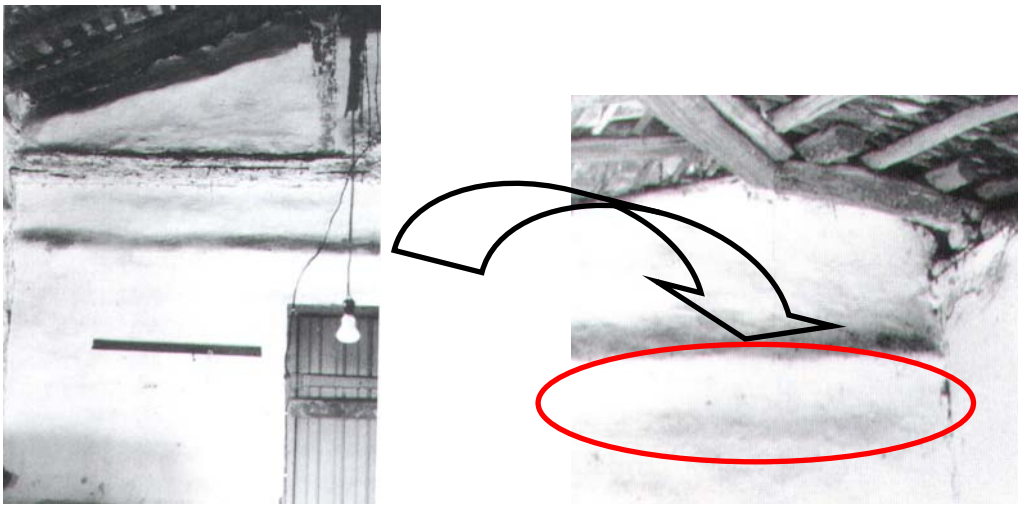


Figura 4.26. Protuberância na parede

Figura 4.27. Detalhe da figura 4.26

Há ainda as situações em que os paus verticais possuem suas faces superiores paralelas às faces inferiores dos frechais (figura 4.28). Aqui, a trama normalmente é presa somente pelas varas aos esteios.

Figura 4.28. Paus verticais com faces superiores paralelas à face inferior do frechal

Uma outra solução encontrada em um dos edifícios pesquisados para a ligação entre os paus verticais e o frechal é aquela que ocorre em paredes de "trama dupla" (figuras 4.29 e 4.30), onde as extremidades superiores daqueles primeiros são presas em uma ripa que, por sua vez, é fixada na face inferior do frechal.

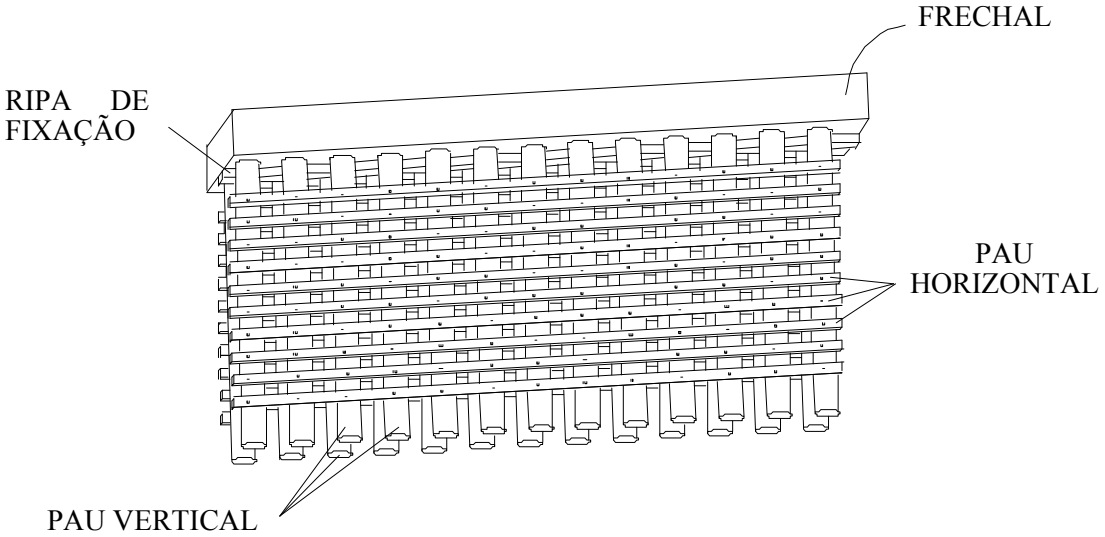


Figura 4.29. Tipo de trama em que as extremidades superiores dos paus verticais são presas em uma ripa fixada na face inferior do frechal

Figura 4.30. Paus verticais presos em ripa fixada no frechal

Para paus verticais (e, às vezes, para os horizontais), ao invés de madeira, pode-se também utilizar o bambu, mas nos edifícios históricos pesquisados não foi constatada a presença deste material.

4.3.1.2. Paus horizontais

Também conhecidos como ripas ou varas, completam a trama criando, juntamente com os paus a pique, os vazios que posteriormente serão preenchidos pelo barro. Syvio de Vasconcellos (1979, p. 45) refere-se a eles:

> normalmente a estes [aos paus verticais], são colocados outros, mais finos, ripas ou varas (...). Estas varas horizontais podem ser roliças, de taquaras inteiras ou de canela de ema. No norte utilizam-se os troncos de carnaúba (...). Podem ser colocadas duas a duas, de um lado e outro, no mesmo nível ou alternadamente, de modo a corresponder cada uma a um intervalo de duas do lado oposto (...).

As possibilidades de posicionamento das ripas na trama às quais se refere o citado autor (figura 4.31) são complementadas por Pisani (s.d., sem paginação), que exemplifica a sua colocação em, apenas, um dos lados da trama (figura 4.32).

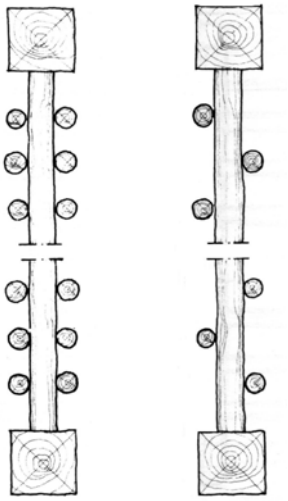


Figura 4.31. Esquema de colocação das ripas na trama: paralela e alternadas

Figura 4.32. Esquema de colocação das ripas em apenas um lado da trama

Em termos de travamento, podem ser encaixadas nos esteios e/ou nos pilares, mas é raro encontrar situações desse tipo. Normalmente as suas faces são paralelas à face do esteio.

Nos edifícios pesquisados, observou-se que a grande maioria das ripas das tramas é feita com madeira extraída de palmeiras (como o palmito) e de coqueiros, cuja composição é rica em fibras (figura 4.33).

Figura 4.33. Ripa de madeira de palmeira

A distância que separa as ripas geralmente é menor que a distância dos paus verticais, ficando em torno de um palmo (mais ou menos vinte e dois centímetros).

4.3.1.3. Elementos de união entre os paus da trama

Os paus a pique e as varas podem ser unidos por diversos materiais. Nos casos de

serem amarrados, são usados materiais principalmente de origem animal, como o couro, e vegetal, como o cipó (figuras 4.34 e 4.35) e alguns outros citados por Vasconcellos (1979, p. 45): "(...) ‘seda em rama, o linho, o cânhamo, canabis sativa, o tucum, o cravete, o guaxima, o imbé, o buriti’ e outros diversos gêneros próprios para cordas, conhecidos no Brasil pelo nome genérico de embiras (...)". Além desses, também podem ser encontrados metais como o arame, por exemplo, mas este tipo de material é de utilização mais recente (do século XX em diante). Nos casos de serem pregados, os elementos mais comumente encontrados são os pregos (figura 4.36) ou os cravos. Também podem ser encontradas tramas que possuem os paus verticais e horizontais unidos através de encaixes, mas esse último caso não foi constatado nos edifícios pesquisados.

Figuras 4.34 e 4.35. Tramas amarradas por cipó

Figuras 4.36. Ripa presa ao pau a pique por prego

4.3.2. **Enchimento**

O enchimento é uma mistura feita de barro, água e, muitas vezes, de fibras. Sua função é preencher os vazios da trama, formando o corpo da parede.

As características da terra do enchimento são essenciais para garantir a durabilidade do conjunto (trama + enchimento + revestimento). Pesquisas realizadas na Europa mostram que a terra ideal é aquela onde predominam "(...) os elementos finos do solo como a areia fina, o silte e a argila, que permitem a coesão da mistura e uma boa aderência com as fibras" (HAYS, 1986, p. 37). De acordo, ainda, com tais pesquisas, a mistura deverá possuir "(...) elasticidade que lhe permita seguir, sem rachar-se, os movimentos naturais da estrutura de madeira" (1986, p. 37).

A aplicação do barro sobre a trama é feita manualmente (figura 4.37), começando de baixo para cima, por duas pessoas que se dispõem, uma de frente para a outra, em ambos os seus lados. Cada uma delas coloca, ao mesmo tempo e sobre o mesmo vazio da trama, um punhado da mistura previamente preparada, apertando-o contra o punhado da outra. Para o sucesso desse processo, influencia o acabamento da ripa que possibilita uma boa aderência da mistura principalmente quando as quinas são vivas, além do grau de coesão da citada mistura. As marcas deixadas pelas mãos dos taipeiros, além das características já sublinhada no início deste capítulo de corresponder, de certa forma, à "assinatura" do mesmo, também possui a função eminentemente técnica de auxiliar na ancoragem (fixação) do emboço, quando este existir, ou do reboco.

Figuras 4.37. Barreamento da trama

Para aumentar a elasticidade da mistura e permitir que ela acompanhasse possíveis movimentações da estrutura autônoma sem sofrer maiores danos, podiam a ela ser adicionadas fibras de origem animal e/ou vegetal, como crinas, pêlos e palhas.

4.3.3. **Revestimento**

O revestimento de um edifício com paredes de pau a pique compõem-se, geralmente, de três camadas – emboço, reboco e acabamento. Tais camadas são aplicadas sobre o enchimento com o objetivo de garantir ao mesmo proteção e um maior apuro estético.

São três as camadas principais de revestimentos: emboço, reboco e acabamento, como descrito a seguir.

4.3.3.1. Emboço/Reboco

O emboço é a camada de argamassa que se localiza entre o enchimento de barro e o reboco, mas não é obrigatória a sua utilização. O reboco é a camada mais externa, que serve como acabamento final ou como suporte para outros tipos de acabamento, como a pintura, por exemplo.

Geralmente, a composição do emboço é pensada em função de ser ele uma espécie de "ponte" entre o enchimento e o reboco, sendo então composto por terra, material presente no primeiro, por cal, material presente no segundo e por areia, que está presente em ambos. O reboco é constituído, normalmente, somente por areia e cal.

Além desses materiais básicos, é nestas duas camadas, como visto no Capítulo III, onde mais comumente se misturam aditivos visando uma impermeabilização mais eficiente, uma diminuição do processo de retração do barro ao secar e/ou uma ligação entre ambas.

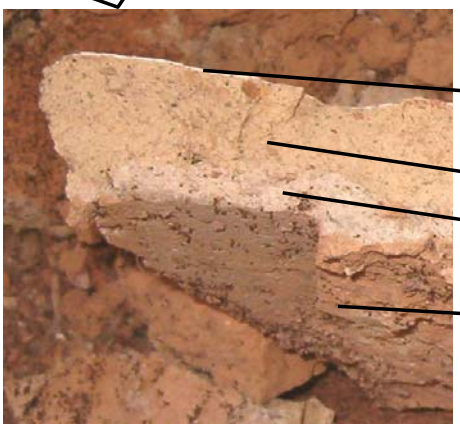
4.3.3.2. Acabamento (pintura, azulejos etc)

Após a aplicação do reboco, era usual a parede receber uma última camada de proteção que, ao mesmo tempo, conferia-lhe um melhor acabamento estético. Na grande maioria das vezes, a caiação era o processo de acabamento preferido por ser de fácil aplicação e de baixo custo. Tintas pigmentadas à base de cal também foram largamente empregadas, sendo a utilização da própria argila como pigmento (por exemplo, da tabatinga, termo que

popularmente refere-se a um tipo de argila de cor ocre ou branca). Essas tintas à base de cal e de argila têm a grande vantagem de serem plenamente compatíveis com os materiais utilizados no reboco, mantendo a sua permeabilidade. Além disso, como possuem a viscosidade de uma pasta, auxiliam no recobrimento de pequenos orifícios e fissuras existentes no reboco dificultando, assim, a penetração de água.

As figuras 4.38 e 4.39 apresentam um pedaço de revestimento onde podem ser notadas as três camadas de revestimento que normalmente são aplicadas sobre o enchimento de uma parede de pau a pique.

Figuras 4.38. Pedaço de revestimento



Figuras 4.39. Detalhe da figura 4.38

Em paredes internas, era comum a existência de pinturas ornamentais, como mostram as figuras 4.40 a 4.42:

Figuras 4.40., 4.41 e 4.42. Pinturas parietais

Outros materiais também podem ser encontrados dando acabamento às paredes de pau a pique, tais como azulejos, telhas de barro e tábuas de madeira.