

## TAIPA DE PILÃO HISTÓRICA: ROTEIRO PARA RECONSTITUIÇÃO

**Marco Antônio Penido de Rezende (1); Raymundo Rodrigues Fo. (2); Izabela Naves Coelho Teobaldo (3); Marcio Vieira Hoffmann (4); Mariana Correa (5)**

- (1) Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo – Escola de Arquitetura – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: marcorezende@ufmg.br  
(2) Oikos Arquitetura – e-mail: Raymundo@oikos.arq.br  
(3) Doutoranda – Universidade do Porto – e-mail: izabelanaves@yahoo.com.br  
(4) Fato Arquitetura e Restaurações – email: marcio@fatoarquitetura.com.br  
(5) Escola Superior Gallecia, Portugal

### RESUMO

O Brasil possui um significativo patrimônio edificado nos quais se utilizou a técnica construtiva “taipa de pilão”. Entretanto ainda não há uma clara metodologia estabelecida que possa auxiliar os diversos profissionais que se deparam com a necessidade de reconstituição de construções que utilizaram esta técnica. A situação se torna ainda mais grave porque, ao contrário do que ocorreram com as demais técnicas construtivas em terra, como o “pau-a-pique” e “adobe”, não se encontram mais no país comunidades ou indivíduos que continuam se utilizando dessa técnica para construir sua moradia. Neste artigo busca-se preencher esta lacuna. Nele são apresentados os resultados de pesquisa sobre reconstituição de taipas históricas realizada na cidade de Tiradentes, MG, acrescidos de experiências nacionais e internacionais realizadas. A metodologia utilizada na pesquisa envolveu sete passos: a) escolha das construções a serem trabalhadas; b) análise da composição da taipa existente; c) escolha e análise dos tipos de solos a serem utilizados; d) definição das argamassas a serem utilizadas; e) reconstituição da taipa; f) registro e análise do comportamento das reconstituições feitas; g) avaliação dos resultados e conclusões. Baseado nas conclusões da pesquisa e em reconstituições realizadas no país, em Portugal e na Espanha foi possível estabelecer uma proposta inicial de metodologia que evidentemente não apresenta a palavra final no tema, mas sem dúvida terá um caráter multiplicador para o avanço da prática e da pesquisa na área.

Palavras-chave: arquitetura de terra, restauração, taipa de pilão

### ABSTRACT

Brazil have important heritage construction made in rammed earth. But there is not a methodology for the restoration of this kind of Construction. Furthermore there is no community or individuals that still use this kind of technique like adobe and wattle and daub. Doing this paper we try to finished with this gap. There will be presented the results of a research made in the historical city of Tiradentes, Brazil comparing with other national and international experiences. The research methodology embraces seven parts: a) choose of the construction that will be the object of the research; b) analysis of the composition of the ....c) analysis of the soils that will be part of the restoration; d) definition of the mortar that will be used; e) restoration; f) registration of the findings g) findings and conclusion. Based on the conclusions of the research, and restorations that was made in Brazil, Spanish and Portugal it was possible to propose an initial propose of methodology that could contribute for the practical and academic development in the field.

Keywords: earthen architecture; restoration; rammed earth.

### 1. INTRODUÇÃO: HISTÓRICO E JUSTIFICATIVA

O uso da taipa de pilão no Brasil foi mais difundido nos primeiros séculos da colonização, sendo largamente empregada em todo país, e desaparecendo quase por completo no século XVIII. A casa forte de taipa de pilão construída por Caramuru na Bahia, em 1540, é apontada por alguns autores como a primeira arquitetura mais duradoura no Brasil (VASCONCELLOS, 1979). Em relação ao país como um todo, pode-se dizer que nas regiões de São Paulo e Goiás a taipa obteve maior aplicação,

chegando Vauthier (1943) a dizer que as casas de taipa “caracterizavam a província de São Paulo”. Muitas são também as referências de outros viajantes sobre o sistema construtivo, entre as quais as de Mawe (1978) que nos descreve o processo de sua fabricação. Tais viajantes faziam constantemente relatos acerca da durabilidade destas estruturas.

Digno de nota são também as grandes igrejas matrizes do interior de Minas Gerais. Entretanto, em Minas Gerais a situação é distinta. Encontra-se a taipa de pilão também em igrejas, como nas matrizes mais antigas ou em residências, em certas regiões. Porém, o seu uso foi bem mais restrito, aparecendo mais no norte do Estado, possivelmente pela proximidade com a Bahia. Na região central do ouro aparece apenas nas igrejas, talvez pela dificuldade de seu uso em terreno acidentado, exigindo sempre a terraplanagem prévia e pela facilidade do emprego de outros materiais, como a madeira e a pedra.

Como afirma Vasconcellos (1979) a origem deste sistema construtivo “perde-se no tempo”. Da mesma forma que os demais sistemas construtivos do período colonial, a influência portuguesa e européia constitui a sua base. A maioria dos autores concorda com a teoria de sua difusão a partir do oriente por toda a Europa durante a idade média quando foi muito utilizado, e daí a sua passagem às colônias no período moderno.

De qualquer forma, o fato concreto é que encontra-se presente hoje significativo patrimônio edificado construído em taipa de pilão no Brasil. Entretanto quando os profissionais se deparam com restaurações a serem feitas em edificações que se utilizaram desta técnica carecem de informações precisas sobre os procedimentos mais adequados a serem tomados. Também os pesquisadores e acadêmicos tem dificuldade em encontrar informações sobre o tema. Este artigo busca responder a estas demandas.

## 2. OBJETIVO E ESCOPO DO TRABALHO

Neste artigo busca-se estabelecer parâmetros iniciais para intervenções e reconstruções em paredes e muralhas de taipa de pilão antigas. Para isto é contraposta pesquisa feita na cidade histórica de Tiradentes com a bibliografia referente ao tema.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Embora existam uma quantidade razoável de manuais e livros sobre construções contemporâneas em arquitetura de terra, é pequena a quantidade de publicações na área da conservação. Em inglês, destaca-se o livro de Contreiras (1998) sobre conservação de arquitetura de terra. Entretanto trata somente das construções em adobe. Em espanhol, uma das boas publicações do gênero (sobre conservação em arquitetura de terra) é de 1975 e precisa de atualização (VINUALES, 1975). Para os cursos PAT voltados ‘a preparação de profissionais latino americanos na área de preservação de arquitetura de terra (atuação conjunta Craterré<sup>1</sup> – França, Getty Institute - Eua e ICCROM - WHC World Heritage Center - UNESCO) foi elaborado amplo material sobre o tema, mas não sobre a forma de publicação<sup>2</sup> formal. No Brasil, foi elaborada uma dissertação de mestrado sobre o traço da mistura usada na execução de taipas de pilão em São Paulo (FLORES, 1997). Entretanto, embora tenha utilizado vários recursos para a caracterização física, mineralógica e química da taipa, o próprio trabalho aponta para a necessidade de estudos sobre a taipa em outras regiões, e, sobretudo, sobre os compostos mais adequados à sua recomposição. A maior parte dos artigos publicados em periódicos trata das novas construções e não da conservação das antigas. Tanto Cabrera (1988) ao descrever um projeto de restauração em arquitetura de terra, quanto Pino (1988) ao estabelecer algumas recomendações para conservação em arquitetura de terra, comentam exatamente a necessidade de pesquisas nessa área.

Não há ainda uma publicação científica sobre a ampla restauração da Igreja Matriz de Pirenópolis, Goiás, Brasil, que possuía grande parte de sua estrutura em taipa. Entretanto por meio de sua página na web, e informações obtidas no relatório técnico, percebe-se que foram feitas amostras para decidir a

---

<sup>1</sup> Centro francês de pesquisas em arquitetura de terra associado a Faculdade de Arquitetura de Grenoble.

<sup>2</sup> Há um projeto em andamento do Getty Institute que reúne diversos profissionais latino-americanos visando revisar e publicar este importante material.

composição ideal do elemento a ser reconstituído. Como destaque, vale a pena mencionar o uso da inclinação ortogonal e fios de nylon (rabo de cavalo) para se fazer a emenda com a taipa antiga.

Rocha (2005) relata a restauração ocorrida nas muralhas do Castelo de Reina na Espanha, toda ela em taipa. No estudo da reconstituição a ser feita, três aspectos se destacaram: definição do material a ser utilizado, definição da forma de compactação e definição das fôrmas. Para definição do material foram “simuladas” 28 pequenas paredes com diferentes misturas de terra locais e areia, estabilizadas com cal, para finalmente se decidir, baseado na estética (semelhança com a muralha) e na resistência, qual deveria ser a melhor opção. Durante essa simulação também se variou a técnica de compactação optando-se finalmente pela compactação mecânica nas áreas centrais e manual nas áreas próximas às fôrmas. A compactação foi executada primeiramente nas laterais e depois ao centro. As camadas de compactação sucessivas eram de aproximadamente 10 cm. Finalmente, em relação às fôrmas, procurou se reproduzir a mesma altura e marcação de tábuas existentes na muralha atual. Antes de proceder a nova camada de taipa, evita-se a permanência de planos verticais na taipa antiga, buscando trabalhar somente com planos horizontais.

Paula e outros (2005) relatam a restauração de uma muralha de técnica mista ocorrida na cidade de Lagos em Portugal, mas não mencionam os detalhes técnicos da execução da pequena restauração em taipa. Os únicos dados relatados referem-se à utilização de argamassa de cal, areia e terra.

Bruno (2005) apresenta uma série de dados sobre a constituição da Muralha da Jurema, localizada no conselho de Alandroal, Portugal. Os taipais apresentam uma altura média de 80 cm. A constituição de materiais é pobre em argila e constituída de seixo, areia e silte de granulometrias grossas, médias e finas. O autor faz também algumas análises de suas patologias, mas não teve oportunidade de realizar as devidas intervenções.

Com exceção da última referência, as três outras citadas relatam casos concretos de experiência de reconstituição de onde se pode identificar algumas parâmetros de procedimento como, entre outros, o uso de fôrmas de madeira com altura igual à utilizada na criação inicial da obra e testes para se definir a proporção do material a ser utilizado.

A opção de utilização de técnicas tradicionais é comum nos diversos trabalhos já citados e são baseadas em hipóteses de que tais técnicas permitem a compatibilidade entre a intervenção e a obra, uma vez que, são utilizados praticamente os mesmos materiais e técnicas. A possibilidade de conseguir excelência na restauração sem adicionar materiais contemporâneos, facilitando inclusive a reversibilidade, é um aspecto ressaltado e considerado fundamental entre as teorias de restauro contemporâneas e ressaltado nas principais cartas de preservação. Desta forma tanto a bibliografia levantada como as cartas de preservação parecem convergir para uma defesa da utilização e recuperação das técnicas tradicionais na conservação de construções históricas.

#### 4. PESQUISA REALIZADA

Resumidamente<sup>3</sup>, a pesquisa envolveu sete passos: escolha das construções a serem trabalhadas; identificação e análise da composição da taipa existente; identificação e análise dos solos passíveis de utilização; definição dos solos a serem utilizados; reconstituição da taipa; registro e análise do comportamento; e resultados / conclusões. Neste item optou-se por apresentar as questões mais relevantes da pesquisa, que serão complementadas por considerações mais específicas no item seguinte.

---

<sup>3</sup> Maiores informações sobre a pesquisa podem ser encontradas em: REZENDE, Marco Antonio Penido de, RODRIGUES, Raymundo. **Análises e Recomposição de solos em estruturas históricas construídas em taipa de pilão**. In: TerraBrasil 2006: I Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal – (Seleção de artigos). Lisboa, Argumentum, 2007.

REZENDE, Marco Antonio Penido de, RODRIGUES, Raymundo. **Relatório Técnico Final - Metodologia para Reconstituição e Conservação de Construções Antigas em Taipa de Pilão**. Belo Horizonte: FAPEMIG, 2006.

#### **4.1. Escolha das construções a serem trabalhadas**

Para escolha das construções foram utilizados dois critérios: antigüidade e tipo de composição da taipa. Não se buscou uma homogeneidade, mas sim uma diversidade no sentido de se analisarem construções de diversas épocas e tipos de composição. Foram analisadas três diferentes construções antigas, todas elas localizadas na cidade de Tiradentes no estado de Minas Gerais: duas antigas paredes/muros (ruínas) em taipa de pilão, não tombadas, onde se poderia fazer intervenções mais radicais e comparativas, e uma intervenção em monumento religioso tombado.

#### **4.2. Análise da composição da taipa existente e solos passíveis de utilização**

A análise da composição da taipa existente foi feita por inspeção visual e testes relacionados à composição e retração dos solos. Foram feitos testes mais expedidos que podem ser feitos no próprio campo e comparados com testes laboratoriais, buscando validar e discutir as variações dos primeiros e analisar o solo propriamente dito. Os testes realizados foram o de sedimentação (teste do vidro), outros testes de campo (fita, cigarro, pastilhas), testes de retração e limite de liquidez (LL), e granulométricos. O teste de sedimentação identificou a porcentagem de argila e areia por meio de decantação em água com agente dispersante (teste do vidro). Além disso, o teste granulométrico (Norma ASTM - peneiras decrescentes) identificou mais precisamente o tamanho dos grãos que compõe os solos.

#### **4.3. Escolha e análise dos tipos de solos a serem utilizados.**

A escolha do tipo de solo se deu de acordo com dois parâmetros: trabalhar com os solos disponíveis na região e buscar solos que possam apresentar melhor capacidade de reconstituição em relação à taipa existente. Sendo assim, outros solos, que não os encontrados exatamente no local das construções, foram analisados e utilizados, já que nem sempre é possível fazer intervenções nos sítios buscando os solos locais. A escolha final do solo a ser utilizado na reintegração se deu a partir da análise da composição (baseada em decantação com agente dispersante, testes de campo, e verificação granulométrica do solo), no seu Índice de Plasticidade e retração. Foram feitos testes para definição de Limites Líquidos (LL), Limites Plásticos (LP) e Índices de Plasticidade (IP). Com a intenção de perceber o comportamento do solo original, foram executados testes de retração.

#### **4.4. Definição das misturas e estabilizantes a serem utilizados.**

Nesta etapa se analisou, baseado nos testes feitos nas etapas anteriores, a necessidade de adição de areia ou argila ao solo e/ou o uso de estabilizantes para melhor resultado das recomposições, assim como o comportamento destas misturas (diferentes solos, areia e estabilizantes) em relação à retração. Definiu-se então pela necessidade de adição de areia (solos de composição bastante argilosa) e também de cal (melhorar retração e resistência) em alguma das intervenções. Foram utilizadas argamassas e solos de composição diferentes para cada uma das intervenções.

#### **4.5. Reconstituição da taipa**

A reconstituição da taipa foi feita, sempre que possível, recuperando a técnica tradicional de sua elaboração. Resumidamente, essa técnica consiste em conter por meio de fôrmas de madeira o solo devidamente preparado e compactá-lo por meio de soquetes manuais. Os critérios para se definir a técnica de recomposição foram a busca de reprodução da técnica original e a qualidade da recomposição. Maiores detalhes desta técnica são explicados nos item 5.

#### **4.6. Registro e análise do comportamento**

A observação do comportamento da taipa incorporada se fez por observação visual, monitorando o processo de secagem, o aparecimento de fissuras e a retração. O monitoramento da taipa reconstituída foi feito durante as duas semanas seguintes à reconstituição (período em que aparece a maior parte das patologias) e a partir daí semanalmente até completar três meses.

As únicas fissuras apresentadas em uma das recomposições das ruínas deveu-se a dificuldade de retirada da forma de reconstituição. Não se observou outras alterações nesta ou nas demais recomposições.

## **4.7. Resultados / conclusões**

A recuperação da técnica construtiva tradicional em taipa de pilão revelou-se eficaz na reconstituição de taipas históricas. Outros resultados e conclusões – no sentido de se evitar repetições – são apresentados no item seguinte.

## **5. ROTEIRO PARA RECONSTITUIÇÃO DE TAIPA DE PILÃO HISTÓRICA**

Baseado na pesquisa realizada, no levantamento bibliográfico e na experiência dos autores na restauração e construção de paredes em taipa avança-se na proposta de um roteiro para reconstituição de taipa de pilão histórica composto de 10 etapas a seguir descritas.

### **5.1. Pesquisas anteriores e conceituação**

Evidentemente, antes da recomposição da taipa propriamente dita, supõe-se um trabalho de pesquisa arqueológico, histórico, artístico e sociológico (importância para a população) do objeto a ser reconstituído, assim como, a definição conceitual do tipo de intervenção a ser feita. O corte eminentemente tecnológico feito neste trabalho não significa que se deva, em qualquer situação, caminhar em direção à reconstituição de qualquer taipa histórica sem que estas etapas anteriores tenham sido vencidas.

#### **5.1.1. Pesquisa arqueológica**

A pesquisa arqueológica do sítio é referência para o conhecimento de questões históricas do monumento estudado. No Brasil, tal pesquisa é ainda bastante incipiente, entretanto, não deixa de ser reconhecida como fator de fundamental importância. Portanto, antes de se liberar o sítio para intervenção é importante que se faça a pesquisa arqueológica.

Por outro lado é interessante, lembrar o fato de poder se identificar o tamanho e a forma do pilão pelas marcas deixadas nas camadas compactadas. Com estudos mais profundos pode-se identificar até a direção do apiloamento e a força de compactação usada na execução.

#### **5.1.2. Pesquisa histórica, artística e sociológica**

A documentação, momento que antecede um processo de intervenção, possibilita a descrição e identificação do objeto, seu entorno natural e social. A sistematização destas informações em formas gráficas e descriptivas permite a criação de um banco de dados para consultas futuras e análises adequadas. Além disso fornecerão dados fundamentais para a conceituação da intervenção a ser feita.

Nessa etapa podem ser utilizados recursos como, por exemplo, o levantamento métrico, a observação do sistema construtivo do objeto de estudo, inspeção visual de anomalias, ensaios não-destrutivos e destrutivos (podem comprovar parte das hipóteses lançadas na fase de observação visual), ensaios para caracterização da taipa, identificação das tipologias de arquitetura do monumento, estabelecimento da possível cronologia das intervenções, análise comparativa com outras edificações do mesmo período, informações relativas ao clima e geologia da zona onde se encontra a edificação, entre outros. Além disso, deve ser realizado também uma avaliação individual dos riscos estruturais e o grau de destruição que a operação envolve.

Podem ainda ser tratados aspectos relacionados aos antecedentes históricos que tratam, por exemplo, da característica tipológica, estrutural e espacial. Esse levantamento pode ser realizado através de fontes publicadas, pesquisas em arquivos históricos de fundações institucionais, fontes cartográficas e gráficas.

A abordagem adotada deve ser desenvolvida a partir de investigação documental de textos, planos, fotografias, entre outros, que devem ser interpretados de acordo com cada obra. Além disso, o trabalho in loco é de fundamental importância e devem ser documentadas todas as evidências encontradas.

Nesta etapa devem ser inspecionados os desajustes funcionais, formais e estruturais, as deteriorações e as patologias que estão presentes nestas edificações e seus agentes causadores. Devem ser especificados em fichas todos os problemas levantados para posteriores intervenções. O diagnóstico técnico dependerá da interpretação desses elementos levantados. A partir dele serão realizados ajustes

para prevenir os danos utilizando técnicas que respeitem critérios mínimos de intervenção e a reversibilidade.

A falta de conhecimento da história dos monumentos a serem restaurados pode levar a danos irreversíveis prejudicando não somente a construção, mas os relatos históricos que a mesma permite contar através de sua história.

### **5.1.3. Conceituação**

Feitas as pesquisas históricas, artísticas, e sociológicas poderá se passar a fase inicial da conceituação que sistematizará uma primeira abordagem das intervenções a serem feitas na obra e os critérios utilizados para defini-las. A conceituação final irá depender da incorporação dos elementos tecnológicos das fases subseqüentes.

## **5.2. Análise do solo da taipa a recompor**

Para recomposição de taipas antigas é importante conhecer a característica físico-química, o mais profundamente possível, do solo usado. A quantidade dos testes a serem realizados irá variar com a importância da obra e as patologias detectadas. Como testes mínimos (a serem realizados somente para construções não tombadas e com patologias que não exijam outros testes) poderia considerar-se o teste granulométrico e a inspeção visual com avaliação da cor e textura. Em construções com maior significado cultural devem ser feitos também: determinação dos limites de Atterberg, cálculo de atividade coloidal, determinação de pH, e difração de raios-x para identificação dos argilo-minerais. Em todos os casos é importante também verificar se houve o uso de estabilizantes e de qual tipo e em qual proporção foi usado. Ainda devem ser feitos ensaios para a identificação dos agentes agressores como: análise de sais solúveis, teor de umidade e identificação de fontes de vibração ou outros possíveis causadores de danos. Essa análise objetiva conhecer a composição da taipa e os agentes degradantes para recompor e avaliar os materiais constituintes da mesma.

Na pesquisa realizada, as análises com os testes de campo revelaram-se compatíveis com o teste granulométrico (laboratório). Entretanto, recomenda-se um maior número de testes com vários tipos de solos para se validar de forma mais plena os resultados. Foi verificada também uma compatibilidade dos testes de campo entre si. Desta forma, foi constatada a possibilidade de uso destes testes como referência para os restauradores, sujeitos sempre a uma maior verificação laboratorial no caso de uma maior necessidade de precisão.

## **5.3. Análise de possíveis solos e misturas a serem utilizados – definição da argamassa a ser utilizada**

A definição dos solos e misturas a serem utilizados dependerá dos resultados da análise do solo da taipa existente feita anteriormente, comparados com os solos disponíveis para utilização. Para caracterização dos solos e misturas a serem utilizados poderão ser utilizados testes de campo, análise granulométrica e de retração buscando a semelhança, compatibilidade com a taipa existente, e resistência.

Os resultados da pesquisa comprovaram a teoria de que, nas construções do século XVIII, não se fazia correção do solo nas construções através de análises dos solos das taipas existentes, que revelaram um solo predominantemente argiloso (média em torno de 65%), que, mesmo apresentando um elevado índice de argila para os padrões recomendados pelo CRATerre (30 a 40 %), foram utilizados sem correção.

Dependerá da região de trabalho, encontrar solos que possam ser utilizados sem acréscimos para a recomposição. Por exemplo, em boa parte do Estado de Minas Gerais, os solos são mais argilosos, tornando-se, em muitos casos, conveniente o acréscimo de areia na recomposição dos mesmos. Um material encontrado em muitas taipas históricas é a cal virgem (apagada), que devidamente adicionada ao solo diminuirá a absorção, a retração e a expansão do material e, a depender do argilo-mineral predominante aumentará significativamente a resistência e a durabilidade da taipa. O uso de materiais considerados históricos (terra, areia, cal virgem), sob o ponto de vista do tempo e manejo apropriado, são comprovadamente pertinentes e adequados.

A utilização de componentes distintos dos já existentes deve ser feita sempre com bastante cuidado. Mesmo a adição de cal ser cuidadosamente analisada. Pesquisas na área da conservação são fundamentais para uso ético e apropriado de materiais, tanto os históricos como, principalmente, os gerados artificialmente. O surgimento de novos materiais, frutos de laboratório, tem importância no desenvolvimento dessas pesquisas, desde que levem em conta recomendações internacionais, que apontam para a necessidade de permanentes monitoramentos, testes de comportamento e reversibilidade.

Poderá se utilizar também o estabelecimento de protótipos com diferentes tipos de solos (item 5.6), sujeitos a posterior análise, selecionando neste caso o que apresentar melhores resultados.

#### **5.4. Estabelecimento do tipo de fôrma a ser utilizada e de seu contraventamento**

Um passo fundamental no processo de reconstituição é a definição das fôrmas a serem utilizadas. Tanto o processo usado durante a execução da pesquisa como os dados apresentados na bibliografia levantada mostram que é possível a reconstituição da taipa de pilão utilizando a recuperação de técnicas tradicionais. Para isto o primeiro passo é definir o tamanho das fôrmas a serem utilizadas. O cadastramento arquitetônico da taipa a ser recomposta deve definir a altura das formas mantendo as medidas existentes. Portanto, atenção especial deve ser dada à altura das fôrmas originais. Outra questão que se coloca é como fazer o contraventamento e que materiais devem ser usados na confecção da fôrma.

No caso da pesquisa, foram utilizados com sucesso como fôrma Madeirit (compensado colado) de 14 mm contraventado com gravatas de tábua de 10 cm de pinho e com reforço por meio de parafusos de aço envoltos por tubo plástico nos fundos. Tábuas também podem ser utilizadas devendo-se tomar especial atenção quanto ao seu alinhamento.

As formas devem ter uma constituição que permita o apiloamento da terra sem deformações. Para isto um dos aspectos críticos – além do contraventamento superior – é o contraventamento inferior. Nas construções antigas este contravento era obtido por meio da inserção de peça de madeira que atravessava a forma de um lado ao outro. Esta peça ficava perdida ou era embebida em óleo e retirada junto com a fôrma.

Atualmente para este contraventamento inferior pode se repetir o mesmo tipo de contraventamento, utilizando também a madeira. Neste caso há que se escolher madeira de boa qualidade e/ou imunizada. Outra solução é a utilização de parafusos de aço envoltos por camisas protetoras (tubos de plástico). Neste caso os tubos terão que ser incorporados à taipa, enquanto os parafusos serão retirados. Na pesquisa realizada utilizou-se este processo com sucesso. Entretanto, recomenda-se a soldagem de cabos na parte terminal dos parafusos para facilitar a sua retirada, assim como furos na fôrma que permitam certa folga para a passagem dos parafusos nas mesmas. Nestes casos o apiloamento nas áreas imediatamente inferiores aos tubos merece cuidado.

A resistência das fôrmas durante a execução, o sistema de apoios, o material usado na sua confecção e a facilidade de desmontagem são pontos críticos na execução da taipa de pilão, tanto em obras de restauração como obras contemporâneas. Pesquisas devem ser feitas para desenvolver novos sistemas de travamento e novos materiais, que poderão contribuir para melhores contraventamentos e soluções para reintegração nos encontros de cabeceiras de paredes perpendiculares entre si (cantos).

#### **5.5. Manejo da técnica - definição das ferramentas para compactação mecânica e metodologia de compactação**

As ferramentas de compactação (soquetes) merecem estudo especial quando se trata do uso das mesmas em ações de reintegração. A variedade de formatos, dimensões, e pesos das ferramentas para compactação são fundamentais para resultados positivos, tendo em vista as inúmeras necessidades na área da conservação.

No caso desta pesquisa, foram utilizadas camadas de 10 cm – deve se evitar camadas muito altas devido à qualidade da compactação - e soquetes de madeira de 20x20x20 cm e 30x30x20 cm com cabos de enxada. O manejo das ferramentas também deve ser objeto de treinamento. Portugal e Espanha têm utilizado soquetes mecânicos especiais pressurizados com sucesso. A questão a ser

analisada nestes casos é a influência sobre a taipa já existente, a qualidade final e a necessidade real de utilização dos equipamentos em relação aos seus custos.

### **5.6. Realização de protótipos**

Dependendo das características da recomposição a ser feita (especificidades, tamanho, etc) pode ser interessante o estabelecimento de protótipos em escala reduzida para teste, que poderão auxiliar na escolha do tipo de solo, tipo de fôrma e técnicas de manejo.

### **5.7. Preparação da recomposição e fixação da formas**

Antes de mais nada, é necessário proceder-se, com todo cuidado, à limpeza da taipa existente, retirando qualquer elemento estranho à mesma. É importante não deixar de umedecer a taipa antiga para facilitar a aderência com a taipa nova.

A fixação das fôrmas deve ser feita atentamente para não agredir a taipa existente e evitar a sua abertura quando da compactação.

### **5.8. Acréscimo e compactação do solo**

A variação da espessura das camadas de solo depositados na fôrma para serem compactados, também tem grande importância, e possibilitará leituras e resultados que servirão de referência, tendo em vista a carência de pesquisas detalhadas e seus resultados sobre os processos de produção.

Deve ser evitado o acréscimo de camadas com mais de 20 cm. Nesta pesquisa utilizou-se 10 cm. Uma recomendação é manter a altura das camadas usada na compactação da taipa restaurada. A compactação do solo exige verificação constante e deve ser feita com todo cuidado, pois de seu resultado dependerá a qualidade final da taipa. A escolha das ferramentas adequadas e o treinamento de pessoal são fatores preponderantes nesta etapa.

### **5.9. Retirada e movimentação das fôrmas**

A retirada da fôrma deve ser feita com cuidado e prevista na sua montagem, pois pode danificar a taipa feita ou mesmo a original, sobretudo, na retirada de parafusos ou outros elementos de contraventamento.

No caso de obras de maior porte onde a forma terá de ser deslocada muitas vezes, recomenda-se a recuperação da técnica histórica, ou seja, a execução ao longo de toda a construção de uma primeira camada de terra correspondente 'a altura da forma, antes de se passar a uma segunda camada, como se ilustra abaixo.

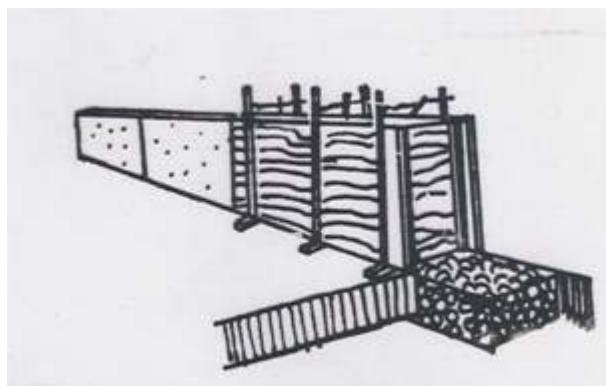


FIG. 1: Movimentação de formas de taipa de pilão

Fonte: Adaptação de Vasconcellos (1979)

### **5.10. Análise e acompanhamento dos resultados.**

Acompanhar a evolução futura da taipa recomposta permitirá uma conservação preventiva que evitará gastos elevados e permitirá uma melhor compreensão do próprio processo de fabricação da taipa.

## 6. CONCLUSÕES

A convergência entre a Bibliografia existente e a pesquisa realizada permitiu que se atingisse o objetivo inicialmente proposto, qual seja o de estabelecer parâmetros para intervenção e reconstrução em paredes e muralhas históricas de taipa de pilão. Evidentemente mais que um trabalho final este estudo se apresenta como uma abordagem que busca propor, mais que concluir, o debate em torno do tema. Entretanto foi possível avançar em relação às propostas até então feitas.

A possibilidade da recuperação e utilização das técnicas históricas de construção para reconstrução da taipa revelou-se profícua, tanto na pesquisa realizada, quanto nos relatos apresentados pela bibliografia. Diante do grande debate que hoje se realiza em torno da importância do patrimônio imaterial (técnicas construtivas) este aspecto ganha destaque e importância especial.

A utilização de materiais, os mais semelhantes possíveis, com os utilizados na construção em recuperação revelou-se de grande qualidade em relação a reversibilidade e aderência ao material antigo, e ao mesmo tempo com baixo custo.

Os testes de campo realizados, revelaram compatibilidade com os testes granulométricos feitos, referendando a possibilidade de utilização dos primeiros como testes iniciais de análise do solo utilizado nas obras antigas, ou a ser utilizado.

## 7. REFERÊNCIA

- BRUNO, Patrícia. **Contributo para o Estudo e a Conservação da Muralha Islâmica de Juromenha**. In: TERRA EM SEMINÁRIO 2005. Lisboa: Argumentum, 2005, p. 70 – 73.
- CONSÓRCIO TERRA. “**Binder**” Projeto Terra - PAT99. II Curso Iberoamericano. II Curso Pan-americano. Chan-Chan: 1999.
- HOFFMANN, M. V. **Efeito dos argilo-minerais do solo na matéria prima dos sistemas construtivos com solo cal**. Salvador: UFBa. Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, 2002, 78p.
- MAWE, J. **Viagens ao interior do Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia Editora: 1978.
- MENEZES, Ivo Porto de. **Vãos na arquitetura tradicional mineira**. 2. ed. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG, 1964. 176p.
- MOEYKENS, Ana María; GRAMAJO, Patricia. **Un Plan de Intervención para Resguardar Nuestro Patrimonio Ante un Evento Sísmico**. In: III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. San Miguel de Tucumán, CD-ROM, 2004, p. 271 – 281.
- NEVES, Célia et al. **Seleção de Solos e Métodos de Controle em Construção com Terra: Prática de Campo**. CYTED – HABYTED – PROTERRA. Maio, 2005.
- PAULA, F. et al. **Reparação da Muralha no Largo de Santa Maria da Graça - Lagos**. In: TERRA EM SEMINÁRIO 2005. Lisboa: Argumentum, 2005, p. 131 – 132.
- REZENDE, Marco Antonio Penido de, RODRIGUES, Raymundo. Análises e Recomposição de solos em estruturas históricas construídas em taipa de pilão. In: TerraBrasil 2006: I Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal – (Seleção de artigos). Lisboa, Argumentum, 2007, p. 234-237.
- REZENDE, Marco Antonio Penido de, RODRIGUES, Raymundo. **Relatório Técnico Final - Metodologia para Reconstituição e Conservação de Construções Antigas em Taipa de Pilão**. Belo Horizonte: FAPEMIG, 2006.
- OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **Tecnologia da Conservação e da Restauração. Roteiros de Estudos**. Edição bilingue português/espanhol.: Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da UFBa/UNESCO, 1995, 310p.
- ROCHA, Carlos Miguel. **Consolidação das Muralhas de Taipa no Castelo de Reina**. In: TERRA EM SEMINÁRIO 2005. Lisboa: Argumentum, 2005, p. 117 – 120.
- VASCONCELLOS, Sylvio de. **Arquitetura no Brasil: Sistemas construtivos**. Belo Horizonte: UFMG, 1979. 186p.

VAUTHIER, L.L. – Casas de Residência no Brasil – **Revista do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**, no. 7, 1943.

VIÑUALES, G. **Restauracion de arquitecturas de tierra**. Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura del Urbanismo. Tucumán: 1975.