

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
Campus Ouro Preto

Amanda Kelly da Costa

**INFLUÊNCIA DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS NA PRODUÇÃO
DE PAREDES DE PAU A PIQUE EM EDIFICAÇÕES DE OURO PRETO**

OURO PRETO
2019

C837i Costa, Amanda Kelly da.
Influência de propriedades físicas dos solos na produção de paredes de pau a pique em edificações de Ouro Preto.
[Manuscrito]. / Amanda Kelly da Costa. Ouro Preto, 2019.
56 f. il.

Orientador: Fernando de Paula Cardoso.

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, (Tecnologia em Conservação e Restauro) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Ouro Preto.

1. Arquitetura da terra. – Monografia. 2. Pau a pique. – Monografia. 3. Preservação - Conservação. – Monografia. I. Cardoso, Fernando de Paula. II. Título.

CDU 691.26

Biblioteca Tarquínio José Barboza de Oliveira – IFMG Ouro Preto

Amanda Kelly da Costa

**INFLUÊNCIA DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS NA PRODUÇÃO
DE PAREDES DE PAU A PIQUE EM EDIFICAÇÕES DE OURO PRETO**

Trabalho apresentado à Coordenação do Curso de Tecnologia em Conservação e Restauro do Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto – IFMG -, para obtenção do título de Tecnólogo em Conservação e Restauro.

Orientador: Fernando de Paula Cardoso

OURO PRETO
2019

AMANDA KELLY DA COSTA

**INFLUÊNCIA DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS NA PRODUÇÃO
DE PAREDES DE PAU A PIQUE EM EDIFICAÇÕES DE OURO PRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal Minas Gerais Campus Ouro Preto, como parte das exigências do curso de Tecnologia em Conservação e Restauro para a obtenção do título de Tecnólogo.

Aprovada em 14 de agosto de 2019 por:

Elizene Veloso Ribeiro

Ney Ribeiro Nolasco

Fernando de Paula Cardoso (Orientador)

RESUMO

No Brasil, a arquitetura em terra foi introduzida pelos colonizadores portugueses, sendo o pau a pique uma das primeiras técnicas aqui utilizadas. No decorrer deste trabalho será possível compreender por quais razões a técnica de pau a pique foi tão difundida na antiga Vila Rica, atual Ouro Preto. Para tanto, buscou-se fazer um breve panorama das construções em terra no mundo, no Brasil e em Minas Gerais. Em seguida discorreu-se superficialmente sobre a gênese do solo e de que forma é feita a sua caracterização granulométrica. O objetivo deste trabalho é analisar a influência da granulometria no estado de conservação das paredes em pau a pique. Em razão disso procurou-se por casas construídas em pau a pique que apresentassem as tipologias construtivas do período colonial, que apresentassem as paredes em pau a pique expostas ou em processo de restauração e que, principalmente, estivessem localizadas no antigo Caminho Tronco. Após a definição das edificações, foram recolhidas as amostras de terra para realização dos testes. Primeiro realizou-se o ensaio para a classificação granulométrica do solo, depois fez-se o experimento para a determinação dos limites de consistência do barro e por último o teste da resistência seca que possibilitou mensurar fatores como: porosidade, retração e resistência. Ao analisar os resultados, constatou-se que os solos utilizados para a confecção das paredes eram bem distintos e por isso apresentaram comportamentos bem distintos. Portanto, é de grande relevância conhecer a composição dos solos usados nas paredes para, assim, saber a forma mais adequada de intervir.

Palavras chave: arquitetura de terra; pau a pique; preservação; conservação.

ABSTRACT

In Brazil, the Earth architecture was introduced by the portuguese colonizers, being “pau a pique” one of the first techniques used here. Throughout this work it will be possible to understand why the stick-to-pike technique was so widespread in the old Vila Rica, nowadays Ouro Preto. To this end, we sought to make a brief overview of the earthen constructions in the world, in Brazil and in Minas Gerais. Then it was superficially discussed about the genesis of the soil and how its granulometric classification is made. The objective of this work is to highlight the influence that the particle size has on the behavior of the walls in wood. As a result, we sought houses built in wood that presented the building typologies of the colonial period, which were in a state of advanced deterioration or in the process of restoration and which were mainly located in the old trunk road. After the buildings were defined, the soil samples were collected for the tests. First, the soil grain grading test was carried out, then the experiment was carried out to determine the clay consistency limits and, lastly, the dry strength test, which made it possible to measure factors such as porosity, shrinkage and resistance. Analyzing the results, it was found that the soils used to make the walls were very different and therefore presented very different behaviors. Therefore, it is of great relevance to know the composition of the soils used in the walls so as to know the most appropriate way to intervene.

Keywords: earth architecture; “pau a pique”; preservation; conservation.

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Templo de Ramsés II.....	12
Foto 2. Grande Muralha da China.....	12
Foto 3. Mosteiro de Tabo.....	13
Foto 4. Vestígios da muralha, Niebla, Espanha.....	14
Foto 5. Casa Grande, Arizona, EUA.....	15
Foto 6. Povoado de Taos, Novo México, EUA.....	15
Foto 7. Chan Chan, Peru.....	15
Foto 8. Igreja de São Cosme e São Damião, Igarassu – PE.....	17
Foto 9. Antigo Hospital Militar, Belém – PA.....	17
Foto 10. Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito, Cuiabá - MT.....	17
Foto 11. Igreja de Nosso Senhor do Bonfim, Pirenópolis – GO.....	18
Foto 12. Matriz de Nossa Senhora do Rosário, Pirenópolis – GO.....	18
Foto 13. Vista da fachada frontal da Fazenda de Traituba.....	20
Foto 14. Muro construído em adobe e alvenaria de pedra.....	20
Foto 15. Casa da Rua Alvarenga, nº 169.....	33
Foto 16. Casa da Rua Getúlio Vargas, nº 219.....	33
Foto 17. Rua Santa Efigênia, nº 141.....	33
Foto 18. Rua Padre Faria, nº 400.....	33
Foto 19. Amostras destorroadas.....	34
Foto 20. Amostras peneiradas.....	34
Foto 21. Amostras sendo preparadas para irem para o agitador.....	35
Foto 22. Amostras no agitador.....	35
Foto 23. Material sendo transferido para a proveta de 1000 ml.....	35
Foto 24. Amostras prontas para irem para o agitador magnético.....	35
Foto 25. Material coletado após o agitador magnético e pronto para ir para a estufa. ..	37
Foto 26. Amostras no dessecador.....	37
Foto 27. Amostra na concha do aparelho de Casagrande.....	38
Foto 28. Amostra após o sulco ter sido feito com o cinzel.....	38
Foto 29. Amostra moldada de acordo com o gabarito.....	39
Foto 30. Amostra em estados plástico.....	40

Foto 31. Pastilhas confeccionadas.....	40
Foto 32. Fachada principal da edificação já com o barreamento amostra, bem danificado.	46
Foto 33. Fachada lateral da edificação, observa-se que o reboco na região da empena desprendeu.	47
Foto 34. Casa em estado de arruinamento.	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de construções de terra pelo mundo.....	10
Figura 2. Diagrama das técnicas	11
Figura 3. Conjunto de paus a pique tendo as varas amarradas.....	21
Figura 4. Disposição das varas paralelas e intercaladas.....	21
Figura 5. Fases de uma parede em pau a pique.....	22
Figura 6. Armação de pau a pique	24
Figura 7. Principais horizontes do solo.....	27
Figura 8. Diagrama triangular detalhado para determinação das classes texturais de uma amostra de solo.....	29
Figura 9. Caminho Tronco e ruas adjacentes.....	31
Figura 10. Localização das edificações.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação granulométrica dos constituintes do solo	28
Tabela 2. Tempo de sedimentação da argila, em suspensão aquosa, para uma profundidade de 5cm, a diversas temperaturas.....	36
Tabela 3. Classificação dos solos, em função dos índices de plasticidade	39
Tabela 4. Avaliação dos resultados do teste da resistência seca.	41
Tabela 5. Resultados do teste de sedimentação	42
Tabela 6. Resultados dos testes de limite de consistência	42
Tabela 7. Resultados do teste da pastilha.	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. ARQUITETURA EM TERRA	10
2.1. Arquitetura em terra no mundo.....	10
2.2. Arquitetura em terra no Brasil	16
2.3. Arquitetura em terra em Minas Gerais	18
2.4. As construções em pau a pique em Ouro Preto	20
3. A TERRA	26
3.1. Gênese e características	26
4. METODOLOGIA	30
4.1. Área de estudo	30
4.2. As amostras.....	32
4.3. Caracterização.....	34
4.3.1. Composição granulométrica	34
4.3.2. Limites de consistência (ABNT, 1984)	37
4.3.3. Testes de campo (NEVES e FARIA, 2011)	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.2. Discussão	43
5.3. Verificação das influências das características dos solos sobre o comportamento das paredes.....	45
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
7. REFERÊNCIAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

Não é necessário andar muito pelo centro de Ouro Preto para se encontrar edificações - cujo sistema construtivo seja o pau a pique – em um estado de conservação precário, ou até mesmo que já estejam em processo de arruinamento. A falta de manutenção ou intervenções inadequadas pode contribuir com o processo de degradação e até mesmo acelerá-lo. Assim, o enfoque deste trabalho é mostrar como o conhecimento do material terra é essencial para salvaguardar a integridade física das edificações em pau a pique garantindo, assim, o respeito pelo seu significado cultural, histórico e estético.

Tendo como argumento inicial de que só se pode preservar aquilo que se conhece e para preservar tais objetos é necessário saber de que material ele é constituído e, principalmente, identificar seus comportamentos físicos e químicos. É de grande relevância que se tenha consciência das características mais significativas do barro, pois é ele quem irá garantir à parede a sua função original de vedação.

As variações das proporções de areia, silte e argila são determinantes no comportamento apresentados pelas paredes. O conhecimento deste comportamento permite estabelecer as formas mais adequadas de se intervir visando o retardamento do seu processo de degradação, conservando-se o bem em questão.

2. ARQUITETURA EM TERRA

2.1. *Arquitetura em terra no mundo*

A terra é utilizada como material de construção em diversas regiões do planeta há mais de cinco mil anos, empregada tanto em edificações de caráter popular, quanto em grandes edificações monumentais (FARIA e NEVES, 2011). Entre os fatores que mais influenciam seu uso, destacam-se a abundância da matéria-prima, a durabilidade – quando se toma as medidas conservativas necessárias -, a capacidade de se adaptar aos diversos climas, as numerosas técnicas construtivas nas quais é empregada, e o baixo custo, uma vez que se trata de um material natural, ou seja, que não passa por transformações de caráter industrial. Isto só reafirma a potencialidade construtiva das técnicas que utilizam a terra, apresentando-se como um material versátil e durável.

Conforme Nito (2015), aproximadamente um terço da população mundial vive em construções feitas em taipa, adobe, tabique ou blocos de terra comprimida, presentes em mais de 190 países. Existem inúmeros exemplares de construções em terra em todo mundo (Figura 1), uma parte distribuída em cerca de 100 sítios arqueológicos e monumentos que integram a lista de Patrimônio da Humanidade da UNESCO (OLENDER, 2006, p.24), e outra não reconhecida, constituindo a maioria dos casos.



Figura 1. Mapa de construções de terra pelo mundo. Disponível em: <http://craterre.org/accueil:galerie-des-images/default/gallery/38/gallery_view/Gallery>. Acesso em: 29 de nov. de 2017 às 08h50.

Segundo Faria e Neves (2011, p. 09) “as técnicas de construção com terra surgiram em quase todas as civilizações do passado e expandiram-se através das invasões e colonizações, comuns na história da humanidade” sendo, portanto, tão difundida como material de construção que é possível encontrar exemplos em quase todos os continentes.

O Craterre (Centro Internacional de Construção de Terra) estabeleceu em 1986 (GONÇALVES e GOMES, 2012) uma classificação das doze principais técnicas construtivas em terra difundidas pelo mundo, conforme Figura 2.

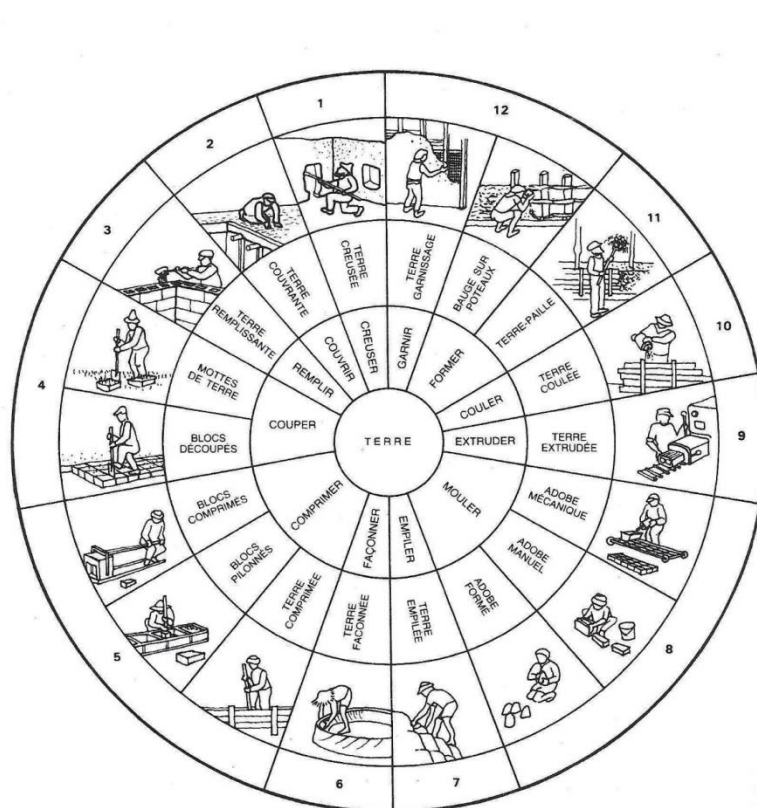


Figura 2. Diagrama das técnicas (Houben e Guillaud, 2006).

Tais técnicas podem ser divididas em três grupos, sendo o primeiro caracterizado pelos sistemas monolíticos, o segundo pelas alvenarias e o terceiro pelo uso da terra como material de enchimento.

O primeiro grupo (técnicas 1, 5, 6, 7 e 10) engloba as técnicas monolíticas, descritas por Nito (2015, p.12) como “sistemas de elevação *in situ* onde não existe separação entre material e componente construtivo, ou seja, a transformação do solo e a

edificação são constituídas num mesmo processo”. Podem-se citar como exemplo as técnicas de terra escavada, modelada, empilhada, vazada e compactada.

Já o segundo grupo (4, 5, 8 e 9) reúne as técnicas nas quais se utiliza a terra sob a forma de alvenaria, que por definição é um “sistema construtivo formado de um conjunto coeso e rígido de tijolos ou blocos (elementos de alvenaria), unidos entre si, com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que se sobrepõem uma sobre as outras” (MARINOSKI, 2011). Exemplos de técnicas deste grupo são os blocos apiloados, prensados ou cortados (os torrões de terra); a terra extrudida; e o adobe, produzido manual ou mecanicamente.

E o terceiro grupo (2, 3, 11 e 12) “compreende a utilização da terra como elemento secundário, no enchimento ou revestimento de outras estruturas” (FERNANDES, 2008, p.23), sendo as principais técnicas que compõem este grupo a terra palha; sobre engradado; como recobrimento; enchimento; e cobertura. Mais especificadamente, trata-se de técnicas mistas, que usam a terra como enchimento e a madeira/materiais fibrosos como estrutura.

O Templo de Ramsés II (Foto 1), por exemplo, foi construído em adobe, há mais de 3200 anos (XAXÁ, 2013). Outro exemplo relevante é a milenar Muralha da China (Foto 2), que apresenta partes construídas em taipa de pilão revestida em alguns trechos por alvenaria de pedras (MATOS, 2012) com o intuito de dar mais durabilidade à construção.



Foto 1. (à esquerda). Templo de Ramsés II. Disponível em: http://www.earth-auroville.com/adobe_buildings_en.php. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 19h05.

Foto 2. (à direita) Grande Muralha da China. Disponível em: http://craterre.org/accueil:galerie-des-images/default/gallery/117/gallery_vie. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 20h10

O Mosteiro de Tabo (Foto 3), construído no século XII e localizado no Vale Spiti, no norte da Índia, é descrito por Fernandes (2008, p.02) como:

[...] um edifício de planta ortogonal, em geometria simples e de aspecto fortificado, ricamente decorado no seu interior com pinturas, esculturas e tectos planos, em estrutura de madeira e vegetal intercalada com camadas de terra argilosa compactada. (FERNANDES, 2008, p.02).

Já na província de Goa, Índia, há um conjunto de edificações construídas em terra no século XVI por influência da colonização portuguesa (FERNANDES, 2008). Somado a isso, a Basílica do Bom Jesus (PEREIRA, 2010) construída entre os anos 1594 e 1605, foi edificada utilizando laterita¹ nas suas paredes externas.

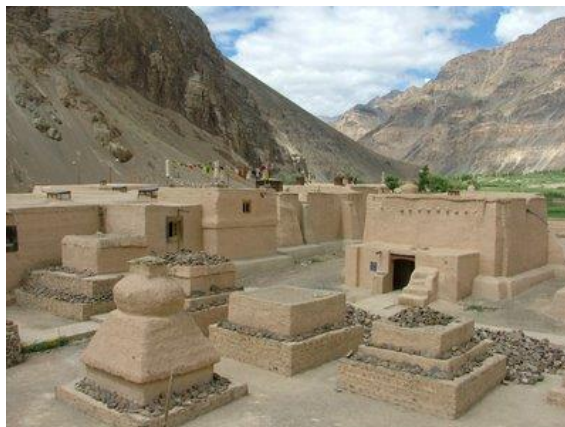


Foto 3. Mosteiro de Tabo. Disponível em:

<<http://photos1.blogger.com/blogger/5889/487/400/kinnaur%20spiti%20012.jpg>>. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 20h03.

No continente europeu também é possível encontrar sistemas construtivos em terra. A técnica do enxaimel² foi amplamente utilizada entre os séculos V e XIX, com maior profusão na região norte dos Alpes da Alemanha e parte da França, Inglaterra e

¹ A laterita é um tipo de solo que apresenta uma grande concentração de ferro e alumínio. Quando compactado este solo pode apresentar propriedades satisfatórias para o emprego em diversas obras de engenharia (ARAÚJO e NETO, 2014).

² Estrutura de madeira que articulada na horizontal, vertical e diagonal formam um conjunto rígido e acabado por meio do encaixe de peças de madeira. O material utilizado para efetuar o fechamento pode ser a terra, alvenaria de tijolos, pedras rebocadas, entre outros (WITTMANN, 2016).

Escandinávia. Na Espanha, uma técnica semelhante à taipa militar foi amplamente utilizada nas regiões de Estremadura, Castela, Aragão, Múrcia entre outras. Assim, a:

“Terra com adição de cal e a terra compactada entre taipais, *la tapia*, foi o sistema usado para a elevação de paredes em edifícios públicos, históricos, vernáculos, eruditos, religiosos e em inúmeras construções rurais” (FERNANDES, 2008, p.3).

Ainda hoje é possível encontrar vestígios de muralhas onde esta técnica foi empregada, como na cidade de Niebla, na Espanha (Foto 4).



Foto 4. Vestígios da muralha, Niebla, Espanha. Disponível em: <http://rutadealmutamid.com/web/wp-content/uploads/2014/09/niebla-1.jpg>. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 16h20.

Avançando ao continente americano, Fernandes (2008, p.05) afirma que a técnica da taipa nos Estados Unidos, foi introduzida no início no século XVIII, “quando os missionários espanhóis trouxeram para as novas colônias o sistema construtivo monolítico em terra.”. Esta foi empregada juntamente com o adobe, já utilizado na região. No estado do Arizona, a Casa Grande (Foto 5), ruína de uma antiga habitação de nativos americanos, se destaca como um dos monumentos em terra mais visitados do sudoeste americano (CORREIA, 2006). No Novo México, o povoado de Taos (Foto 6), construído originalmente em adobe, é o assentamento habitado mais antigo dos Estados Unidos, estabelecidos no final do século XIII.



Foto 5. Casa Grande, Arizona, EUA. Disponível em: <<https://www.nps.gov/cagr/index.htm>>
Acesso em: 01 de dez. de 2017 às 20h15.

Foto 6. Povoado de Taos, Novo México, EUA. Disponível em: <http://whc.unesco.org/en/list/492>. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 20h33.

Segundo Correia (2006, p. 16), Chanchan (Foto 7) é o maior complexo urbano em terra do mundo, possuindo uma área de 20 km². Este povoado feito de adobe é datado de 900 d.C., e está localizado no Vale Moche, Peru. Neves (2004) destaca a aplicação das técnicas mistas em coberturas, especialmente em regiões áridas e frias, como nos Andes argentinos e chilenos. Estas técnicas caracterizam-se pela combinação de madeira, bambu, varas, palha, fibras, com a terra e, eventualmente, um aglomerante.



Foto 7. Chan Chan, Peru. Disponível em: <https://www.machupicchu.org/chan_chan_information.htm>. Acesso em: 17 de set. de 2017, às 20h20.

As técnicas mistas foram utilizadas em várias regiões com climas e topografias diversificadas, devido a sua grande capacidade em se adaptar às especificidades de cada local. Exemplo disso é o bom desempenho frente aos abalos sísmicos - graças a esta característica esta técnica teve grande aplicabilidade nas Américas Central e do Sul (NEVES, 2004). Na Argentina, são associadas aos sistemas

construtivos quincha e estaqueio; na Bolívia ao tabique; no Equador e Venezuela ao bahareque; no Peru a quincha e no Brasil ao pau a pique/taipa de mão (OLENDER, 2006).

2.2. Arquitetura em terra no Brasil

No Brasil, a arquitetura em terra e a alvenaria em pedra foram introduzidas pelos colonizadores portugueses, uma vez que – conforme os escassos registros acerca das construções tradicionais dos indígenas brasileiros – os habitantes primitivos utilizavam matérias, em sua maioria, de origem vegetal (palha e madeira) para construir seus abrigos. As construções do período colonial foram, fundamentalmente, uma transposição do que se fazia em Portugal na mesma época, porém com adaptações ao local e à disposição de matéria prima (TELES, 2014).

Os povos trazidos da África também tiveram grande importância para a consolidação da arquitetura em terra no país. Segundo Oliveira (2005, p.86), “não menos importante para a consagração dos sistemas construtivos em solo (no Brasil), muitos deles em pleno uso, é a contribuição da África vinda com as levas de escravos”, sendo uma das culturas construtivas que contribuíram para a formação da arquitetura brasileira.

Tanto a arquitetura em alvenaria em pedra quanto a de terra foram amplamente utilizadas no Brasil durante o período colonial. As edificações de terra mais antigas do país são datadas de décadas posteriores ao descobrimento como, por exemplo, a Igreja de São Cosme e São Damião em Igarassu, Pernambuco (Foto 8), erguida em 1535, sendo a igreja mais antiga remanescente daquele período no Brasil (MELO, 2011).



Foto 8. Igreja de São Cosme e São Damião, Igarassu – PE. Disponível em: <<http://www.hpip.org/def/pt/Homepage/Obra?a=709>>. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 21h48.

O Brasil é o país da América Latina que apresenta maior patrimônio construído em taipa de pilão (FERNANDES, 2008). No estado do Pará, o antigo Hospital Militar de Belém (Foto 9), construído em meados do século XVIII, foi erguido utilizando este sistema construtivo nas paredes externas. Em Cuiabá, a Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito (Foto 10) é um dos marcos de fundação da cidade, sendo edificada por volta de 1730. Ela foi executada inicialmente com terra (taipa de pilão e adobe), porém passou por várias modificações e ampliações, encontrando-se atualmente apenas resquícios da edificação original.



Foto 9. (à esquerda). Antigo Hospital Militar, Belém – PA. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/>. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 21h57.

Foto 10. (à direita). Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito, Cuiabá - MT. Disponível em: http://www.camaracba.mt.gov.br/index.php?pag=tur_item&id=11. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 21h58.

Na região centro-oeste, encontram-se alguns exemplares na cidade de Pirenópolis, em Goiás, como a Igreja de Nosso Senhor do Bonfim³ (Foto 11), edificada entre os anos de 1750 e 1754, tendo como principal sistema construtivo a taipa de pilão. A Matriz de Nossa Senhora do Rosário (Foto 12) erguida entre o período de 1728 – 1732 teria sido edificada originalmente utilizando a taipa de pilão como sistema construtivo.



Foto 11. (à esquerda). Igreja de Nosso Senhor do Bonfim, Pirenópolis – GO. Disponível em: <http://www.pirenopolis.tur.br/turismo/atrativos/centro-historico/igreja-do-bonfim>. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 22h02.

Foto 12. (à direita). Matriz de Nossa Senhora do Rosário, Pirenópolis – GO. Disponível em: <http://www.pirenopolis.tur.br/turismo/atrativos/centro-historico/igreja-matriz>. Acesso em: 17 de set. de 2017 às 22h03.

As técnicas que empregam a terra crua como matéria-prima e que foram mais difundidas no Brasil colonial foram as de taipa de pilão, o pau a pique /taipa de mão e o tijolo de adobe. As práticas construtivas dos portugueses somaram-se com a dos africanos, transformando às técnicas e adaptando-as ao clima local e ainda hoje são encontradas edificações espalhadas por todo o território nacional.

2.3. Arquitetura em terra em Minas Gerais

A arquitetura em terra em Minas Gerais foi introduzida no final do século XVII pelos bandeirantes paulistas, que vieram para a região em busca de ouro. Segundo, Bohrer (2009, p.262) “com a descoberta das jazidas auríferas, surgiram às civilizações mineradoras, a primeira sociedade urbana do Brasil a se desenvolver longe do Oceano

³ Portal do IPHAN, disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/487/igreja-do-bonfim-e-restaurada-em-pirenopolis>. Acesso em: 15 de set. de 2017 às 23h19.

Atlântico” dando origem assim a novas instalações urbanas, o que revela a necessidade de novas moradias aos exploradores que ali se instalaram.

As primeiras construções foram feitas de maneira provisória, justamente para serem facilmente substituídas por edificações mais sólidas (OLENDER, 2006). Na área central do Estado, onde se concentravam as explorações minerais, o pau a pique foi descrito por Silva (2015) como uma das técnicas mais versáteis para a constituição de edifícios populares.

No território mineiro as características naturais do relevo local, que possui uma topografia muito acidentada, contribuíram para consolidação da técnica de pau a pique devido a sua maior adaptação ao clima e ao terreno local, como é constatado por Costa (2003):

(...) 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 (...). (COSTA, 2003. p.37 *apud* OLENDER 2006, p.50).

A escassez de madeira de boa qualidade também foi um fator determinante para a preferência da utilização do pau a pique na região central, pois neste tipo de vedação aproveita-se de paus roliços e varas de qualquer espécie. Isso não quer dizer que o local não possuía madeiras suscetíveis de aproveitamento, eles somente não existiam em grande quantidade, sendo então usadas preferencialmente em esteios e madres (VASCONCELLOS, 2011).

Todavia, este não foi o único sistema construtivo adotado em Minas Gerais, destacando-se também taipa de pilão e o adobe. Segundo Vasconcellos (1979), a taipa de pilão foi mais utilizada nos primeiros séculos da colonização no Brasil, desaparecendo quase por completo no século XVIII. Em Minas Gerais é possível encontrá-la em residências – aparecendo mais no norte do Estado, possivelmente por seu maior intercâmbio com a Bahia. Já na região central ela teve seu uso restrito sendo utilizada apenas em igrejas, devido ao terreno acidentado que dificultava a implantação da técnica na localidade.

No sul do estado o adobe foi amplamente utilizado nas fazendas. Cruz (2010) relata várias vezes o uso desta técnica tanto para vedações quanto para elevação

de muros, como pode ser constatado na Fazenda de Traituba (Fotos 13 e 14) onde o adobe foi empregado para estrutura autoportante da parede e também nos muros que cercam a edificação. O adobe também foi utilizado na arquitetura religiosa, muitas vezes associada a outras técnicas (PEIXOTO, 2017), um exemplo é a Igreja de São José em Minas Novas, que foi edificada em taipa de pilão e adobe.



Foto 13. (à esquerda) Vista da fachada frontal da Fazenda de Traituba. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/ColArq2_Fazendas_do_Sul_de_Minhas_Gerais_m.pdf>. Acesso em: 11 de dez. de 2017, às 19h21.

Foto 14. (à direita) Muro construído em adobe e alvenaria de pedra. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/ColArq2_Fazendas_do_Sul_de_Minhas_Gerais_m.pdf>. Acesso em: 11 de dez. de 2017, às 19h28.

Pela facilidade em construir utilizando a técnica de pau a pique, é compreensível que esta fosse muito difundida durante o período colonial (VASCONCELLOS, 2011). Por isso, algumas construções nas quais esta técnica é o principal sistema construtivo utilizado serão objetos de deste trabalho.

2.4. As construções em pau a pique em Ouro Preto

O pau a pique é uma técnica mista constituída por madeira como estrutura e barro como enchimento. Foi um sistema amplamente utilizado no Brasil durante o período colonial, especialmente em Minas Gerais (BRAGA, 2003). Este sistema construtivo é caracterizado pela sua leveza, pouca espessura, rapidez e facilidade na execução, além de seu baixo custo. Contém variações da nomenclatura a depender da região sendo, portanto, também denominada como taipa de mão, taipa de sopapo, taipa de sebe, pescoção, taponas, barro armado.

Vasconcellos (1979) a define como um tipo de vedação em paus dispostos perpendicularmente entre os baldrames e os frechais (FIG. 3), ou seja, na posição vertical, podendo possuir uma ou duas fileiras, denominadas de trama simples ou trama dupla, respectivamente. Nelas são afixadas peças nas horizontais, de menor dimensão, ripas ou varas em ambos os lados (FIG. 4) - no mesmo nível ou alternadamente - que podem ser presos por pregos, cipós, couro entre outros, formando assim uma “grade” capaz de sustentar o barro.

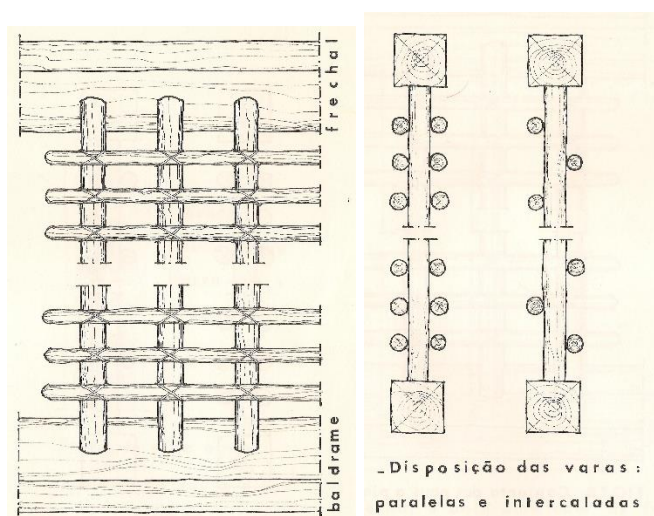


FIGURA 3 (à esquerda). Conjunto de paus a pique tendo as varas amarradas (VASCONCELLOS, 1979).

FIGURA 4 (à direita). Disposição das varas paralelas e intercaladas (VASCONCELLOS, 1979).

Preparada a trama, o barro em estado plástico⁴ é aplicado sobre ela manualmente, preenchendo assim os vazios, etapa denominada barreamento. Ele é dividido em duas camadas principais: a primeira que consiste no preenchimento da trama com o barro; e na segunda as trincas que surgem na primeira camada, por efeito da retração, são fechadas. As demais camadas tem como finalidade o revestimento, sendo feitas à base de terra, areia e cal, conforme Figura 5.

⁴ O estado plástico consiste em um estado maleável de manuseio do barro a ser usado na técnica de pau a pique.



Figura 5. Fases de uma parede em pau a pique. Viçosa – MG, 2014. Autor: CARDOSO.

Os materiais empregados na primeira camada podem ser apenas terra em estado plástico acrescida de fibras vegetais quando necessário, com o intuito de diminuir o índice de retração. Na segunda camada (emboço) é utilizada terra, cal e água. Olender (2006) destaca que:

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 e por cal, material presente no segundo (OLENDER, 2006, p.66).

Na terceira camada (reboco), o pau a pique podia receber uma argamassa de terra aditivada de excremento bovino (o que no período colonial denominava-se rebocar à bosta) ou, de argamassa de cal e areia bem fina (BRAGA, 2003). Esta última era bem mais usual, pois garantia ao sistema construtivo uma melhor proteção contra as intempéries.

O tipo de terra utilizada para o barreamento deve possuir uma composição de grãos finos e uma porcentagem de argila para dar plasticidade à mistura, uma boa ligação com as fibras e com o entramado. A composição granulométrica correta é o que garante certas características fundamentais à massa, principalmente a plasticidade. A areia é elemento importante porque é a parte estável da terra (NEVES, 2009), recomenda-se o mínimo de 50%.

Já o silte é o

⁵ Neste caso a cal é utilizada para diminuir a vulnerabilidade da camada aos agentes de erosão. (NEVES, 2011, p.67)

Elemento de transição entre areia e argila, ele é suscetível às variações de volume na presença de água e não apresenta muita coesão, diferente da argila. Uma parede com excesso de silte pode degradar-se com a umidade. Sugere-se que a quantidade de silte não seja superior a 30%. (NEVES, 2009, p. 65)

E a argila⁶ é o

Principal elemento de coesão do solo, pois permite a aderência das fibras na mistura [...] A terra com muita argila pode apresentar muitas fissuras após a secagem; com pouca argila, ela pode não aderir à estrutura. Recomenda-se selecionar terras com teor de argila da ordem de 20% (NEVES, 2009, p. 65).

Segundo Vasconcellos (2011), na região de Vila Rica usava-se nas construções a terra que apresentasse uma tonalidade róseo-alaranjada, como a encontrada nos arredores da capela de Nossa Senhora do Rosário do bairro Padre Faria. Sobre a areia ele afirma que esta era “obtida em depósitos naturais formados pela desagregação do itacolomito” (VASCONCELLOS, 2011, p. 117), sendo tais sedimentos muito comuns na região, o que proporcionava sua obtenção no próprio local das obras.

O solo indicado para ser utilizado nas construções são solos que estão localizados no subsolo, mais especificamente no Horizonte B, pois nesta camada o solo não possui matéria orgânica (NEVES e FARIA, 2011).

A espessura final de uma parede de pau a pique poderia variar entre 10 a 15 cm. Nolasco (2008 p.63 *apud* PEREIRA, 2010 p.20) concluiu que “assim, tem-se como resultado uma parede de vedação leve e de boa resistência que distribui as cargas concentradas na estrutura autônoma de madeira”.

As paredes de taipa de mão quase sempre faziam parte de uma estrutura de madeira bastante rígida. A fundação utilizada era formada pela continuidade do tronco em que era cortado o esteio, denominado popularmente como nabo. Próximo ao piso, os esteios recebiam encaixes para fixação das vigas baldrame, deslocados o solo para evitar o contato com a água (FIG. 6), e nelas apoiavam-se os barrotes de sustentação dos assoalhados (PISANI, 2004).

⁶ “De acordo com a natureza geológica, existem diferentes tipos de argila” (NEVES, 2011, p. 65) algumas são mais sensíveis ao contato com a água, por isso é relevante saber qual tipo de argila será adicionado à mistura e quais características ela irá apresentar.

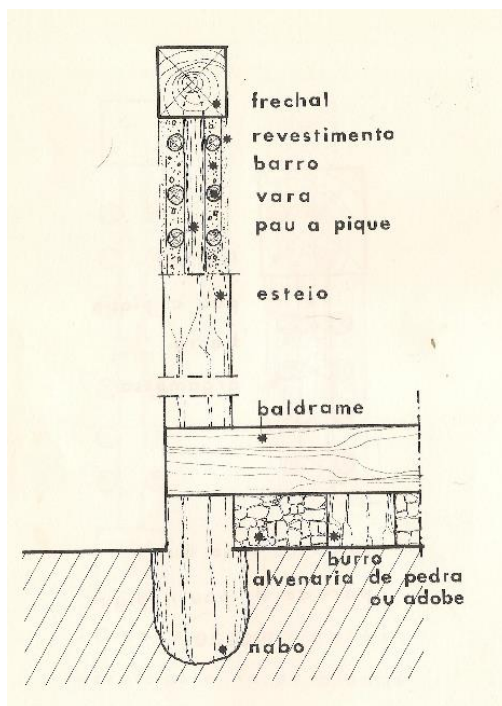


Figura 6. Armação de pau a pique (VASCONCELLOS, 1979).

Devido a sua topografia muito acidentada, em Vila Rica as edificações foram construídas elevadas sobre uma base de esteios e pilares, com o intuito de simplificar as construções, adotando-se, portanto, estruturas autônomas, de madeira ou, pelo menos mistas (VASCONCELLOS, 2011).

A terra possui uma baixa resistência à água e, por isso, é importante protegê-la do contato com umidade do solo. Por este motivo a fundação era feita, em geral, a uma altura mínima de 30 cm do solo, evitando assim que a umidade fosse transmitida para as paredes pela ação da capilaridade (PEREIRA, 2010). O revestimento também é um fator importante para proteger as paredes das intempéries, pois “o reboco evita a degradação da parede pela ação da água” (CARVALHO, 2013).

A técnica do pau a pique foi empregada preferencialmente no interior das edificações ou nos pavimentos elevados. Quando utilizada em divisões internas, as paredes dispensam infraestrutura própria, apoiando-se simplesmente sobre soalhos que, quando elevados do solo suportam-se por vigamento. Em Vila Rica, a maioria das paredes internas é em pau a pique (VASCONCELLOS, 2011).

Porém, Olender (2011) destaca que é possível encontrá-lo em paredes externas, desde que haja uma estrutura autônoma associada a outras técnicas, como a base feita em alvenaria de pedra.

3. A TERRA

3.1. Gênese e características

Para quem trabalha com o material terra, seja para construção de novas edificações ou para intervir naquelas já existentes, é necessário realizar análises de suas propriedades para prever como ele irá se comportar em determinadas condições (LEPSCH, 2011). Por isso, no decorrer deste capítulo, serão abordados alguns aspectos, dentre eles: a gênese e a classificação granulométrica.

Entende-se por solo⁷ a matéria composta de minerais, gases, água substâncias orgânicas e micro-organismos, ele é variável nas três dimensões (BRADY e WEIL, 2013). Segundo Neves (2009, p. 6), ele pode ser entendido como “toda matéria da crosta terrestre, proveniente da decomposição de rochas, constituído por elementos minerais e/ou orgânicos, que dependem da composição química e mineral da rocha de origem [...]”.

A grande variedade dos tipos de solos é resultante da ação conjunta de quatro fatores que atuam sobre o material de origem (rocha): o clima; os organismos; o relevo e o tempo. Segundo Brady e Weil:

A formação do solo é condicionada pelo clima e pelos organismos vivos que agem sobre os materiais de origem durante longos períodos de tempo e sob a ação modificadora do relevo. Por isso, os cinco principais fatores de formação do solo determinam o tipo de solo que irá se desenvolver em um determinado local (BRADY e WEIL, 2013, p. 31).

Essas combinações influenciam também na constituição de diferentes camadas (horizontes) que se formam em cada segmento de paisagem, dando origem, lentamente aos corpos naturais aos quais chamamos de solos. Segundo Brady e Weil

⁷ A pedosfera - conjunto de solos de toda a Terra - forma-se quando há interações entre essas quatro esferas. O solo não é somente um conjunto de minerais, matéria orgânica, água e ar, mas o produto dessas interações, as quais podem ser estudadas em várias escalas de resolução: microscópica, horizontes, paisagem, regiões e global (LEPSCH, 2011).

(2013) os seis horizontes principais do solo mais comumente reconhecidos são os O, A, E, B, C e R (FIG. 7).

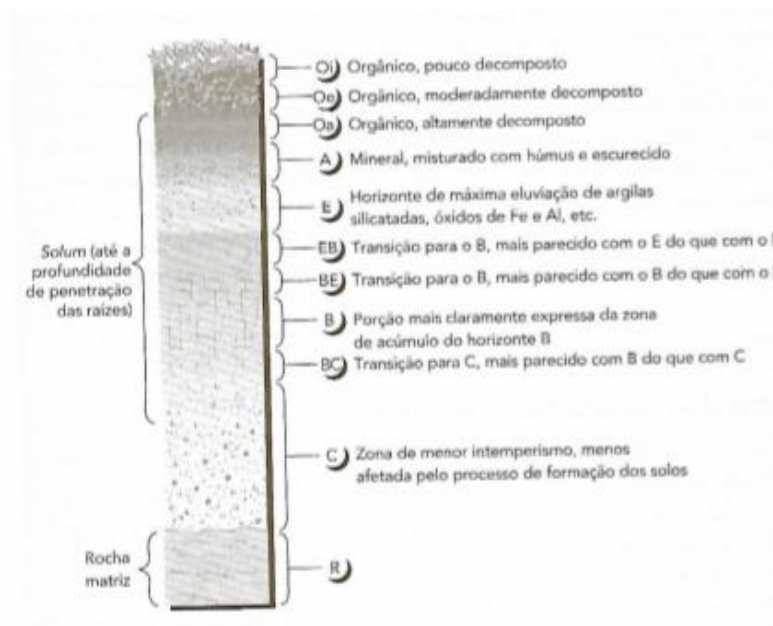


Figura 7. Principais horizontes do solo. Fonte: BRADY & WEIL, 2013, p.59.

De forma linear, temos, primeiramente, o horizonte O cuja camada é constituída de forma abrangente por matéria orgânica na qual é um resultado da somatória de resíduos naturais como os vegetais, a partir de drenagem livre – humificação - (KER et al., 2012).

No horizonte A existe material orgânico parcialmente decomposto, por isso apresenta uma cor mais escura do que a dos horizontes inferiores. Além disso, apresenta uma textura mais grosseira, pois perdeu alguns dos seus materiais mais finos para os horizontes mais profundos por processos de translocação e/ou erosão (BRADY e WEIL, 2013).

Já o Horizonte E destaca-se por possuir uma cor mais clara do que qualquer outro horizonte (BRADY e WEIL, 2013). Ele possui maior concentração de areia e silte resultante do processo de eluição que caracteriza a perda de argila (KER et al., 2012).

A partir do processo de eluição, no Horizonte B há uma grande concentração de argila (BRADY e WEIL, 2013). Ela também pode ser: “resultado dos processos pedogenéticos neste horizonte a estrutura original da rocha foi totalmente ou

quase totalmente alterada. [...] a acumulação de argila também pode ser resultante do processo de formação *in situ*.” (KER et al., 2012, p. 51).

Há também o Horizonte C que é um material que se caracteriza por apresentar uma rocha praticamente inalterada no qual sofreu poucos processos pedogenéticos apresentando grandes concentrações de minerais primários (KER et al., 2012).

De acordo com Brady e Weil pode-se definir o Horizonte R como: “rochas de material consolidado, com pouca evidência de intemperismo.” (BRADY e WEIL, 2013, p. 60).

Portanto, o solo é constituído por minerais, material orgânico e poros que são ocupados por água e ar. Sendo que, segundo Resende *et al* (2007, p. 36): “A fração mineral pode ser constituída de partículas de tamanhos variáveis”. Ou seja, estas são classificadas de acordo com diâmetro. Na Tabela 1 são apresentados os valores atribuídos pela norma NBR 6502 (ABNT, 1995) a cada uma dessas frações dos solos segundo o seu tamanho e as principais características de cada grupo:

TABELA 1. Classificação granulométrica dos constituintes do solo (NEVES, 2009).

DIMENSÃO DOS GRÃOS (mm)	CLASSIFICAÇÃO DAS PARTÍCULAS	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
$2 \leq d \leq 20$	Pedregulho	Elemento inerte e resistente
$0,06 \leq d < 2$	Areia	Elemento inerte, sem coesão.
$0,002 \leq d < 0,06$	Silte	Sem coesão, diminui a resistência da areia.
$d < 0,002$	Argila	Possui forte coesão, sem estabilidade volumétrica, expande na presença de água; apresenta propriedades físicas e químicas bastante variadas segundo sua origem.

Quanto à composição granulométrica dos solos, a proporção de argila é fundamental para compreender o comportamento das construções em terra, pois é ela que irá exercer “a maior influência nas propriedades físicas e químicas do solo” (LEPSCH, 2011, p. 123). Um solo constituído de aproximadamente 30% de argila é satisfatório para classificá-lo como uma amostra franco-argilosa. Dessa forma, para que

seja classificada como siltosa, uma porção deve conter em torno de 40% de silte; e 55% de areia para ser considerado arenoso (LEPSCH, 2011).

O termo “textura” é empregado com referência ao conjunto das frações contidas na terra fina⁸, sendo elas a argila, o silte e a areia (OLIVEIRA, 2008). As inúmeras composições dos solos se devem às diferentes proporções das frações argila, silte e areia e, para classificá-los, utiliza-se o triângulo textural (FIG. 8). Segundo Resende et al (2007, p.60), “as frações granulométricas areia (grossa + fina), silte e argila são representadas em termos de concentração relativa ou percentual nas arestas do triângulo textural”.

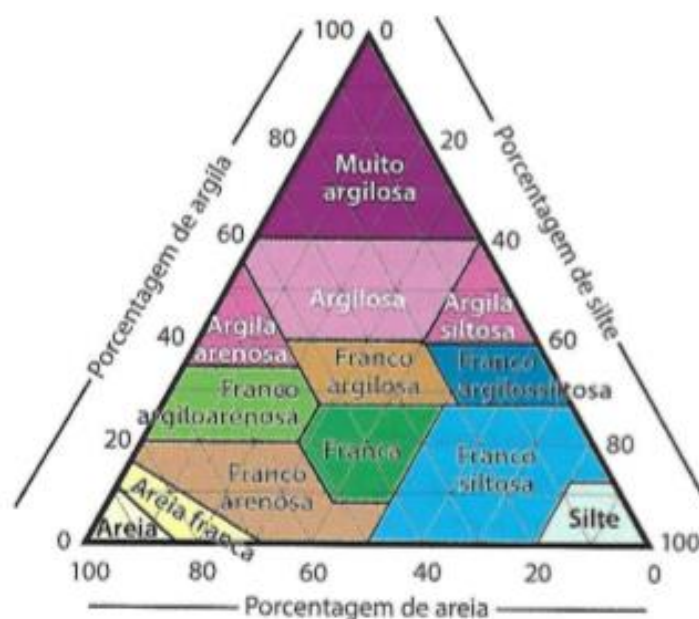


Figura 8. Diagrama triangular detalhado para determinação das classes texturais de uma amostra de solo.

Fonte: LEPSCH, 2011, p. 124.

⁸ As partículas que passa pela peneira de 2,0 mm, são conhecidas como “terra fina”. Estas, por sua vez, comportam as areias (partículas entre 2,00 mm e 0,05 mm), o silte (0,05 mm a 0,002 mm) e as argilas (>0,002 mm) (LEPSCH, 2011).

4. METODOLOGIA

4.1. Área de estudo

Antes chamada de Vila Rica, a cidade de Ouro Preto é considerada um dos maiores frutos da expansão portuguesa no Novo Mundo (VASCONCELLOS). Isso se deu pelo fato das jazidas de ouro terem sido encontradas na região, aproximadamente no ano de 1693. As primeiras ocupações urbanas dão-se por pequenos arraiais, segundo Bohrer (2009):

Com as primeiras notícias sobre o descobrimento destas jazidas auríferas no final do século XVII, milhares de pessoas abandonaram Portugal a caminho do interior do território brasileiro. Tãmanha foi a afluência de aventureiros, atraídos pela fortuna fácil, que já em 1711 foram oficializadas as primeiras vilas. (BOHRER, 2009, p.260).

A ocupação do território deu-se de duas formas: “nas margens dos ribeiros, onde o ouro abundava, e nos morros que circundam a cidade, repletos de minas e sarilhos” (OURO PRETO, s/data) Dentre os vários caminhos da vila há um que se destaca, o que era o mais transitado, conhecido como “o caminho tronco” que fazia-se no mesmo sentido do eixo longitudinal da povoação. Segundo Vasconcellos (2011), ele ligava os arraiais dividindo-os em três partes, sendo a primeira delas chamada de Cabeças (princípio), que está localizada entre a ponte do Passa-dez, o segmento entre a Capela de São Bom Jesus de Matosinhos e o bairro Rosário.

A segunda (central) começa no bairro Rosário, passando pelo Pilar e a praça (hoje Praça Tiradentes) terminando no bairro Antônio Dias. E a terceira, entre o bairro Antônio Dias e a Capela do bairro Padre Faria, que se divide em duas ladeiras a da Cruz das Almas, que hoje é conhecida como ladeira de Santa Efigênia, e a ladeira Capela do Rosário do Padre Faria, hoje denominada de ladeira do Padre Faria. Abriam-se depois novas ruas, dentre elas a Rua Nova do Sacramento, que posteriormente se transforma em Rua do Rosário, de São José e Direita, hoje, ruas Getúlio Vargas, São José e Tiradentes (VASCONCELLOS, 2011).

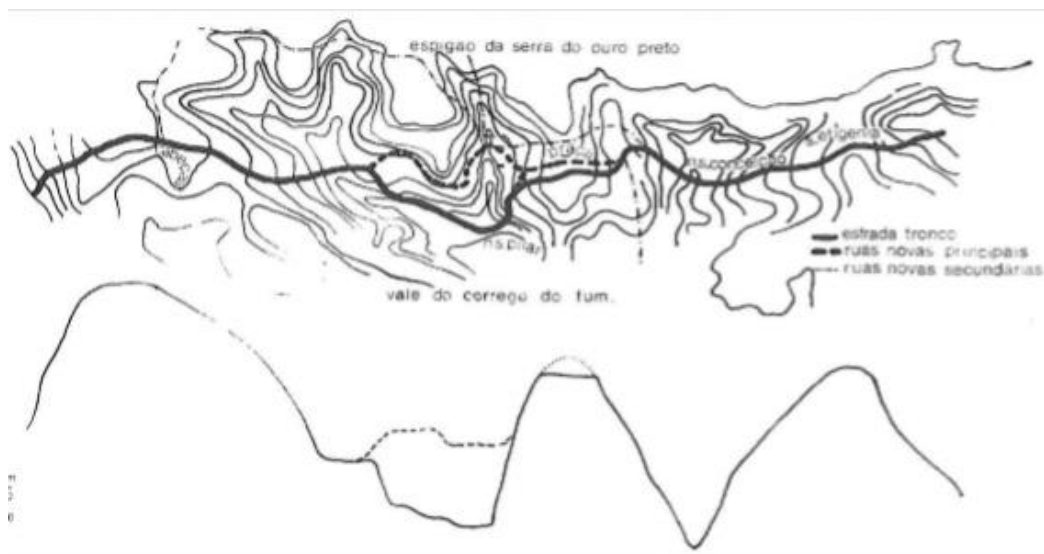


Figura 9. Caminho Tronco e ruas adjacentes (VASCONCELLOS, 2011).

Esse trecho da cidade, conhecido como Núcleo Histórico, foi tombado em nível federal nos anos de 1931 e em nível municipal no ano de 1938 (FÉRES, 2017). Segundo o Plano Diretor da cidade de Ouro Preto, de 28 de dezembro de 2006, esta área urbana é classificada como Zona de Proteção Especial (ZPE) que por definição é:

Aquela composta por áreas que contêm os valores essenciais a serem preservados nos conjuntos urbanos. Resultantes da presença de traçado urbanístico original e de tipologias urbanísticas, arquitetônicas e paisagísticas que configuram a imagem do lugar (OURO PRETO, 2006).

Assim como no Plano Diretor, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) setorizou o conjunto tombado classificando esta região como Área de Proteção Especial (APE), segundo a Portaria nº312 de 20 de outubro de 2010, artigo nº17:

Área de Preservação Especial - APE corresponde ao núcleo de maior concentração de bens de interesse cultural, compreendida pelo arruamento de origem setecentista ou que guarda relação com este, áreas verdes de interesse paisagístico, bens e obras de arte tombados isoladamente, com edificações de construção de diferentes períodos (IPHAN, 2010, p.04).

Tanto as normatizações apresentadas pelo Plano Diretor quanto as presentes na Portaria nº312 possuem diretrizes mais rígidas e mais específicas para intervenções em edificações desta área, com o intuito de garantir ao máximo a preservação das características dos elementos em questão.

4.2 As amostras

Um dos fatores determinantes para a escolha das casas que seriam objetos deste estudo foi a localização. Percorreu-se o caminho tronco e suas adjacências a fim de encontrar edificações que tivessem potencial para que delas fossem extraídas amostras. Ou seja, construções que, primeiramente, possuísem paredes de pau a pique e que apresentassem a tipologia construtiva típica das construções do período colonial, possuindo a base de pedra e as alvenarias em pau a pique.

Além da localização, outro aspecto foi fundamental para a escolha das edificações: o estado de conservação. Para ter fácil acesso à terra constituinte das paredes de pau a pique, as casas deveriam estar com o pau a pique exposto e/ou passando por obras de restauração. Assim sendo, foram selecionados quatro edifícios: o primeiro localizado na rua (1) Alvarenga, 169; o segundo na rua (2) Getúlio Vargas, 219; o terceiro na rua (3) Santa Efigênia, 141; e o quarto na rua (4) Padre Faria, 400, conforme Figura 10.



Figura 10. Localização das edificações.

Após a definição dos objetos de estudo, foram solicitadas aos respectivos proprietários as autorizações para a coleta das amostras. Para a coleta, primeiramente

identificou-se onde havia material desprendido da estrutura de madeira, de onde foram coletados aproximadamente 2 Kg de barro das paredes das fachadas das edificações⁹(Fotos 15, 16, 17 e 18). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e posteriormente em caixas com o objetivo de manter sua integridade.



Foto 15. (à esquerda). Casa da Rua Alvarenga, nº 169.

Foto 16. (à direita). Casa da Rua Getúlio Vargas, nº 219.



Foto 17. (à esquerda) Rua Santa Efigênia, nº 141

Foto 18. (à direita). Rua Padre Faria, nº 400.

É importante ressaltar que o barro que foi retirado para análise sofreu variações ao longo do tempo. Pode ter sofrido perdas no material constituinte, alterações em sua composição e adições, assim como também pode não ser o barro “original” da edificação. Tais interferências podem ter modificado as características do solo utilizado para este estudo.

⁹ Não há fotos dos locais que foram coletadas as amostras, pois nem todos os proprietários permitiu tais registros.

4.3. Caracterização

4.3.1. Composição granulométrica

Ao realizar a análise da granulometria é possível calcular as proporções das partículas presentes nos solos. Cada grupo, ou faixa de dimensões, apresenta características próprias, que indicam seu comportamento como material de construção. Tais partículas podem ser classificadas como pedregulho, areia, silte e argila. Sendo a fração areia subdividida em grossa, média e fina.

4.3.1.1. Composição granulométrica por meio do teste de sedimentação.

Este ensaio foi realizado pelo método da pipeta, que se baseia na velocidade de queda das partículas que compõem o solo, conforme Embrapa (1997), com o uso dos seguintes equipamentos: estufa; destorroador; agitador para análise física de solos; agitador magnético; dessecador e dispersante.

Primeiramente, as amostras foram ser secas em estufa a 40°C por 24 horas para, em seguida, serem destorroadas (Foto 19) e peneiradas (Foto 20) em peneira com abertura de 2 mm, sendo o material passante o que será utilizado no ensaio.

Em um copo plástico de 250 ml, coloca-se 20g da amostra, adiciona-se 100 ml de água deionizada e 25 ml de hidróxido de sódio (NaOH), que exercerá a função de defloculante. A mistura é agitada por 16h no agitador para análise física de solos (Foto 21 e Foto 22), para que ocorra a separação das partículas.



Foto 19. (à esquerda). Amostras destorroadas **Foto 20. (à direita).** Amostras peneiradas.



Foto 21.(à esquerda). Amostras sendo preparadas para ir para o agitador.

Foto 22.(à direita). Amostras no agitador

Terminada a agitação, passa-se o conteúdo através de peneira com aberturas de 0,053mm, colocada sobre um funil apoiado em um suporte, sendo o material passante retido em uma proveta de 1.000ml (Foto 23). Nesta etapa, separa-se as frações silte e argila da areia - que fica retida na peneira.

Na sequência, completa-se o volume da proveta com água até o limite de 1000 ml e leva-se a amostra para o agitador magnético (Foto 24), onde é deixada por 3min para, em seguida, serem retirados 50 ml da dispersão a 2 cm de profundidade.

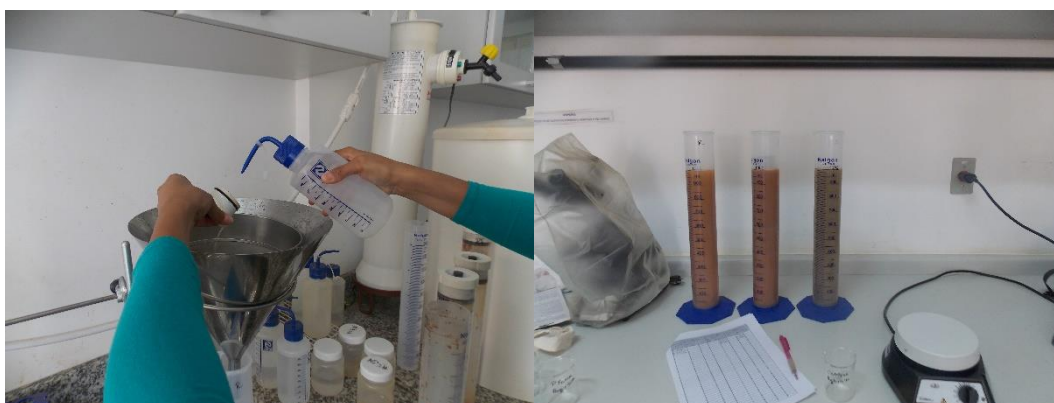


Foto 23. (à esquerda). Material sendo transferido para a proveta de 1000 ml.

Foto 24. (à direita). Amostras prontas para ir para o agitador magnético.

Em seguida, prepara-se a prova em branco, vertendo-se o dispersante em proveta de 1.000 ml contendo água. A solução é agitada por 20 segundos e depois mede-se a temperatura da amostra e da prova em branco. Verifica-se na Tabela 2 o tempo de sedimentação da fração argila em suspensão aquosa para uma profundidade de 5cm. Calculado o tempo, coleta-se uma amostra da dispersão a uma profundidade de 5 cm com o auxílio de pipeta de 50ml.

TABELA 2. Tempo de sedimentação da argila, em suspensão aquosa, para uma profundidade de 5cm, a diversas temperaturas.

TEMPERATURA (°C)	TEMPO	TEMPERATURA (°C)	TEMPO
10	5h 11'	23	3h 43'
11	5h 03'	24	3h 38'
12	4h 55'	24	3h 33'
13	4h 47'	26	3h 28'
14	4h 39'	27	3h 24'
15	4h 33'	28	3h 19'
16	4h 26'	29	3h 15'
17	4h 20'	30	3h 10'
18	4h 12'	31	3h 07'
19	4h 06'	32	3h 03'
20	4h 00'	33	2h 58'
21	3h 54'	34	2h 55'
22	3h 48'	35	2h 52'

O material coletado é transferido para um béquer devidamente identificado e com peso conhecido, juntamente com a porção proveniente da lavagem da pipeta (Foto 25). A mesma operação é realizada para a prova em branco. A cápsula é levada a estufa a uma temperatura de 100°C por 24h. Terminado o tempo, coloca-se a amostra em dessecador, para que o material esfrie e não absorva umidade (Foto 26). A amostra é pesada com aproximação de 0,0001g, permitindo assim determinar a massa da argila e do resíduo da prova em branco.

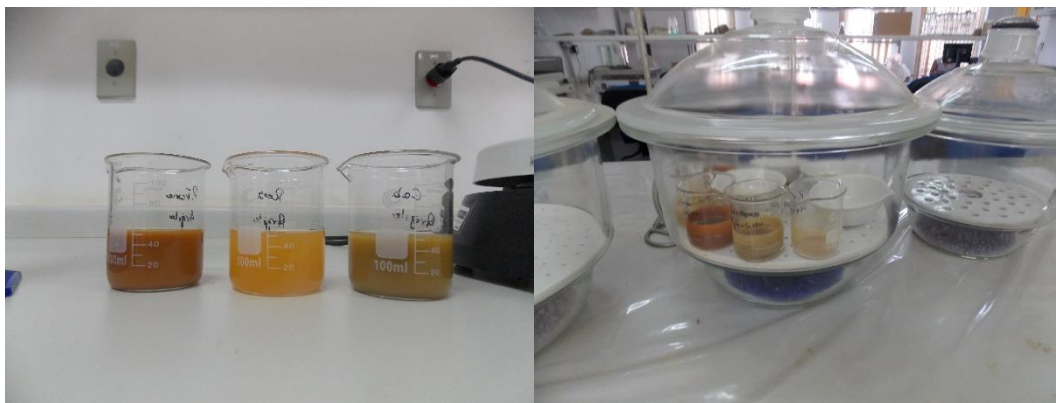


Foto 25. (à esquerda) Material coletado após o agitador magnético e pronto para ir para a estufa.

Foto 26. (à direita) Amostras no dessecador

Para calcular a fração areia, é realizada a lavagem da areia retida na peneira de 0,053 mm com jato de água. O material é transferido para cápsula de alumínio devidamente identificada e com peso conhecido, e levado à estufa a 100°C por 24h. Após secagem, a amostra é levada ao dessecador para esfriar e não absorver umidade e, em seguida, é pesada com aproximação de 0,05g, obtendo-se assim o peso da areia grossa + areia fina. Esta fração é passada por peneira com aberturas de 0,2 mm, para separar a fração areia grossa.

Chega-se ao percentual de argila, silte e areia através das seguintes expressões:

$$\text{Teor de argila} = [\text{argila (g)} + \text{dispersante (g)}] - \text{dispersante (g)} \times 1.000$$

$$\text{Teor de areia fina} = \text{areia fina (g)} \times 50$$

$$\text{Teor de areia grossa} = [\text{areia fina (g)} + \text{areia grossa (g)}] - \text{areia fina} \times 50$$

$$\text{Teor de silte} = 1.000 - [\text{argila (g)} + \text{areia fina (g)} + \text{areia grossa (g)}]$$

4.3.2. Limites de consistência (ABNT, 1984)

Os limites de Atterberg ou limites de consistência são métodos de avaliação da natureza de solos criado por Albert Atterberg. Por meio de uma série de testes e ensaios é possível definir o Limite de liquidez, o Limite de plasticidade e o Índice de Plasticidade de um solo.

4.3.2.1. Limite de Liquidez (ABNT, 1984)

Este ensaio é realizado para determinar o teor de umidade crítico entre os estados plástico e líquido da terra. Para tanto, é utilizado o aparelho de Casagrande, que é constituído por uma concha metálica unida a uma manivela, que a move, fazendo-a golpear uma base sólida. O ensaio é realizado colocando-se na concha uma amostra da terra em estado plástico (Foto 27) e fazendo-se nela uma ranhura com o auxílio de cinzel (Foto 28). A manivela é girada de modo que sejam efetuados dois golpes por segundo, e registra-se o número de golpes necessário para fechar a ranhura em uma extensão de cerca de 1cm. O limite de liquidez corresponde ao teor de umidade da amostra em que a ranhura se fecha com 25 golpes.

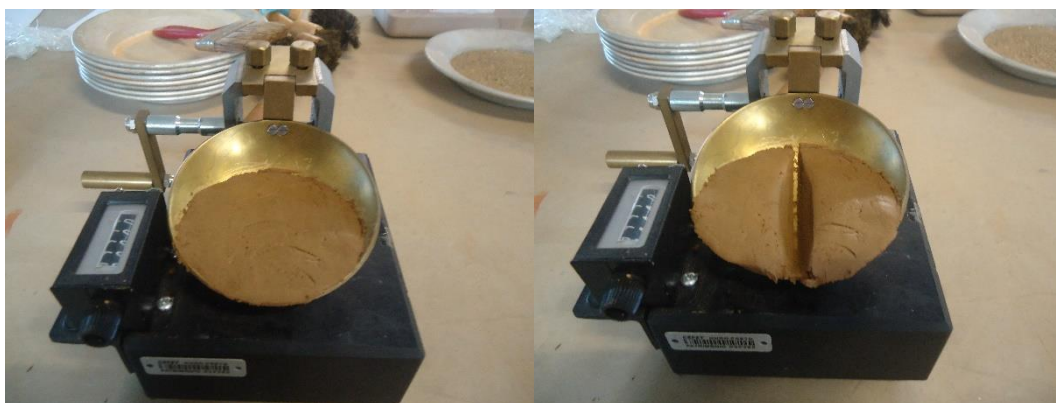


Foto 27.(à esquerda). Amostra na concha do aparelho de Casagrande.

Foto 28.(à direita). Amostra após o sulco ter sido feito com o cinzel

4.3.2.2. Limite de plasticidade (ABNT, 1984)

Para este ensaio, prepara-se uma pasta com a terra e com ela molda-se um cilindro, rolando-o sobre uma placa de vidro esmerilhado (Foto 29). Quando o cilindro atinge o diâmetro de 3 mm e aproximadamente 10 cm sem se romper – de acordo com o gabarito –, coloca-se o material em uma cápsula de alumínio devidamente identificada e com peso conhecido, que é levada à estufa para determinar a umidade. Esta operação deve ser repetida por no mínimo três vezes para cada amostra.



Foto 29. Amostra moldada de acordo com o gabarito. Disponível em: http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2012/relatorios_pdf/ctc/CIV/CIV-Fernando%20N%C3%B3brega%20Mendes%20Protasio.pdf acesso em: 01 de fev. de 2019, às 20h34.

Após a determinação dos limites de liquidez e plasticidade, é possível calcular o índice de plasticidade pela diferença numérica entre o valor do limite de liquidez e do limite de plasticidade, conforme a expressão: $IP = LL - LP$

O resultado pode ser interpretado da seguinte maneira:

$IP = 0 \rightarrow$ Não plástico

$1 < IP < 7 \rightarrow$ Pouco plástico

$7 < IP < 15 \rightarrow$ Plasticidade média

$IP > 15 \rightarrow$ Muito plástico

É possível caracterizar um solo por seu índice de plasticidade e seu limite de liquidez, como mostra a Tabela 3.

TABELA 3. Classificação dos solos, em função dos índices de plasticidade (CRATerre, 1979)

TIPO DE SOLO	IP (%)	LL (%)
Arenoso	0 a 10	0 a 30
Siltoso	5 a 25	20 a 50
Argiloso	>20	>40

4.3.3. Testes de campo (NEVES e FARIA, 2009)

Os testes de campo são realizados de modo complementar ao ensaios de laboratório para verificar em nível comparativo certas propriedades dos solos, sendo o teste da resistência seca um bom indicador das propriedades mecânicas dos solos.

4.3.3.1. Teste da resistência seca (NEVES e FARIA, 2009)

Com este experimento é possível avaliar a resistência do solo quando seco. Utilizando uma porção de terra em estado plástico (Foto 30), confecciona-se três pastilhas que tenham aproximadamente 1 cm de espessura e de 2 a 3 cm de diâmetro (Foto 31). Elas são deixadas para secar à sombra por 14 dias. O teste é realizado rompendo-se as pastilhas com os dedos indicador e polegar. Seu comportamento é classificado de acordo com as indicações contidas na Tabela 4.



Foto 30. (à esquerda) Amostra em estados plástico.

Foto 31. (à direita) Pastilhas confeccionadas.

TABELA 4. Avaliação dos resultados do teste da resistência seca (NEVES, 2009).

RESISTÊNCIA	ESFORÇO DE RUPTURA	COMPORTAMENTO	CLASSIFICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO
Grande	Resistente	Não se pulveriza	Solo inorgânico de alta plasticidade; argila
Média	Pouco resistente	É possível reduzir os pedaços a pó	Terra argilo-siltosa, terra argiloarenosa ou areia argilosa. Se for argila orgânica, não usar
Pouca	Não resiste	Fácil desagregação	Falta de coesão. Solo arenoso, siltoso inorgânico ou outro com pouca argila

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar o teste de sedimentação, foi possível determinar os percentuais de areia grossa, areia fina, silte e argila, bem como a classificação textural utilizando o aplicativo “Triângulo Textural”, conforme a Tabela 5.

TABELA 5. Resultados do teste de sedimentação

ID.	AREIA GROSSA (%)	AREIA FINA (%)	SILTE (%)	ARGILA (%)	CLASSIFICAÇÃO
Antônio Dias	11,43	31,39	47,16	10,02	franco- silto-arenosa
Cabeças	9,85	49,91	19,58	20,66	franco-argilo-arenosa
Padre Faria	15,43	32,16	13,98	38,43	argilo-arenosa
Rosário	25,10	14,67	58,89	1,34	franco-silto-arenosa

Concluídos os ensaios para a determinação dos limites de consistência (LL e LP) das amostras foi possível estimar o índice de plasticidade (IP) e assim classificá-las, conforme Tabela 6.

TABELA 6. Resultados dos testes de limite de consistência

ID.	LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) (%)	LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) (%)	CLASSIFICAÇÃO
Antônio Dias	32,07	17,8	14,27	Plasticidade média
Cabeças	20,73	19,9	0,83	Não plástico
Padre Faria	23,5	21,7	1,8	Pouco plástico
Rosário	25,04	20,3	4,74	Pouco plástico

E, por meio do teste de resistência seca, foi possível avaliar a retração, porosidade e fatores ligados à resistência dos solos estudados, conforme Tabela 7.

TABELA 7. Resultados do teste da pastilha.

ID.	FATORES ANALISADOS				
	(Critérios de classificação: nota mínima 1; nota máxima 4)				
	Retração	Resistência ao rompimento	Desagregação	Resíduos na presença de água	Absorção de água
Antônio Dias	3	3	2	2	3
Cabeças	2	2	3	4	1
Padre Faria	4	4	1	3	2
Rosário	1	1	4	1	4

5.2 Discussão

Os resultados encontrados permitem caracterizar o solo obtido das paredes de pau a pique da casa localizada no bairro Antônio Dias como franco-silto-arenoso. Os valores obtidos de limite de liquidez (32,07%) e de índice de plasticidade (14,27%), segundo Neves (2009) enquadram o solo em questão na categoria “siltoso”, resultando em uma plasticidade média.

O silte, assim como a argila, tende a sofrer variações de volume na presença de água, e por isso esta amostra apresentou redução em seu volume quando seca, ou seja, retraiu-se. A areia e o silte não possuem coesão quando secos, mas neste caso a pequena parcela de argila teve um papel fundamental para a sua resistência, aglutinando as partículas maiores e garantindo, assim, uma maior resistência à pastilha. Pode-se dizer que ela conferiu a este solo um comportamento similar ao de um solo argiloso (DOAT et al. 1979).

No entanto, este material desagregou-se e soltou resíduos na presença de água com certa facilidade, algo característico de um solo silto-arenoso. Sua permeabilidade alta, consequência da sua grande quantidade de areia e silte, fizeram com que a água fosse absorvida mais rapidamente.

Verificou-se, por outro lado, características diferentes na amostra de terra obtida das paredes da edificação localizada no bairro Cabeças. Neste solo, classificado

como franco-argilo-arenoso, percebeu-se, em certos aspectos, a influência da grande quantidade de areia e em outros da quantidade de argila. Quando se compara os limites de liquidez (20,73%) e o índice de plasticidade (0,83%) com os dados fornecidos por Neves (2009) percebe-se que a quantidade de areia existente na amostra foi determinante para tipificar a sua plasticidade, neste caso, como arenoso e não plástico.

Foi possível constatar que a areia desempenhou uma forte influência sobre a retração da amostra, uma vez que as areias são as constantes estáveis dos solos, ou seja, não sofrem variações significativas de volume na presença de água (DOAT et al. 1979). Em razão disso, a pastilha aparentou uma pequena redução em seu volume. Sua resistência também ficou lesada pela grande quantidade de areia, não sendo necessário grande esforço para quebrá-la ao meio, podendo-se assim afirmar que ela apresentou uma resistência média.

Assim como na resistência ao rompimento e na retração, a areia teve um papel significativo na desagregação, pois esse material esfarelou com facilidade e também soltou muitos resíduos quando úmido. Pode-se dizer que o único fator em que a argila teve grande importância nesta amostra foi com relação a sua capacidade de absorver a água mais lentamente.

Quando se observa os resultados da amostra obtida da edificação residência do bairro Padre Faria, é possível constatar que há uma grande diferença entre ela e a do bairro anterior, primeiramente porque este solo está classificado como argilo-arenoso. Este sofre grande influência da argila presente, com exceção em alguns aspectos. Um exemplo é o limite de liquidez (23,5%) e o índice de plasticidade (1,8%) que permitem classificar o solo como arenoso com pouca plasticidade.

No entanto, como é característica de um solo argiloso, essa pastilha mostrou-se instável e sensível às variações de umidade (DOAT et al. 1979): quando seca foi a amostra que teve um maior índice de retração. Igualmente, devido ao grande percentual de argila, ganhou elevada resistência quando seca.

Do mesmo modo como a argila influenciou na resistência, ela também foi fundamental para o desempenho apresentando durante o teste de desagregação, não se desagregando facilmente. Em oposição a isso, na presença de água o material apresentou grande perda de resíduos, algo que não é característico de uma amostra argilosa. Em contrapartida absorveu lentamente a água.

Já a amostra obtida da edificação situada no bairro Rosário foi a que apresentou a menor porcentagem de argila em sua composição (apenas 1%), sendo classificada como franco-silto-arenosa. Ao analisar o limite de liquidez (25,04%) e o índice de plasticidade (4,74%), esta amostra se encaixa na categoria arenosa, com pouca plasticidade.

Notou-se que este solo foi o que apresentou a menor retração. A pequena quantidade de argila comprometeu significativamente sua resistência, sendo incontestavelmente a que se rompeu com mais facilidade e, obviamente, a que se desagregou mais facilmente. Todavia, foi a que perdeu menor quantidade de resíduos na presença de água. E como é próprio de um material com grande quantidade de areia, absorveu a água com rapidez.

5.3. Verificação das influências das características dos solos sobre o comportamento das paredes

Com base nos testes realizados, é possível prever o comportamento da terra nas paredes de pau a pique. O objetivo deste tópico é apontar tais características e conferir se as patologias identificadas condizem com os resultados encontrados. E, posteriormente, estabelecer quais medidas devem ser tomadas para que a parede apresente um melhor desempenho e, assim, uma melhor durabilidade, em função das características das terras utilizadas em sua construção.

A terra da edificação do bairro Antônio Dias possui uma porcentagem de silte superior a quantidade recomendada (aproximadamente 47%) e, por isso, ao expor esta parede à umidade excessiva ela perderá a coesão, degradando-se facilmente. Como pode ser observado na edificação, após apresentar problemas em sua cobertura as paredes em pau a pique se desmancharam rapidamente (Foto 32).



Foto 32. Fachada principal da edificação já com o barreamento amostra, bem danificado.

Em casos como esses, recomenda-se acrescentar ao solo uma pequena quantidade de cal aérea apagada que, neste caso, atuará como aglomerante e melhorará o desempenho da parede. Além de investir em um bom reboco que deverá ter uma boa durabilidade e elasticidade e diminuir a permeabilidade da parede (FARIA e NEVES, 2011).

O reboco à base de terra seria ideal para solucionar o problema de permeabilidade, desde que nele sejam adicionados cal aérea, pequenas proporções de cimento ou cal hidráulica ou outros produtos estabilizantes, com o intuito de diminuir a vulnerabilidade desse material aos agentes de erosão (FARIA e NEVES, 2011). No entanto, é fundamental que o revestimento não comprometa a respiração natural da parede.

Também é essencial a proteção das paredes pelos sistemas de cobertura para evitar a ação direta da chuva, pois, a partir do momento em que ocorre um dano na estrutura da cobertura inicia-se a degradação da parede. Assim, seria necessária a construção de um beiral que avançasse alguns centímetros além do atual.

A terra da edificação do bairro Cabeças possui um índice de plasticidade muito baixo, cerca de 0,8%, o que a caracterizou como não plástica. Isso influenciará na trabalhabilidade do material, que não se moldará com facilidade e não garantirá grande aderência com a trama de madeira e o revestimento.

Conforme a Foto 33 abaixo, nota-se que houve um desprendimento do reboco que possivelmente foi provocado pela perda da aderência entre o revestimento e o seu suporte. Segundo Olender (2006), essa patologia, além de prejudicar a qualidade estética, pode acarretar outros danos, pois a terra ficará exposta às intempéries e

também facilitará a ação degradante. Complementa dizendo que: “Nos casos em que ocorre o desprendimento de todas as camadas de revestimento, inclusive a do enchimento, a parede perde a sua função original de vedação” (OLENDER, 2006, p.78).



Foto 33. Fachada lateral da edificação, observa-se que o reboco na região da empena desprendeu.

Para que o barro ganhe mais aderência, sugere-se a adição de sumo de plantas oleosas, como por exemplo, os cactos. Olender (2006, p.87) aponta como uma tradição popular “aspergir a água da cal virgem hidratada (também conhecida popularmente como ‘cristalizante’) sobre o emboço para que haja maior aderência do reboco de terra, cal e areia que sobre ele será colocado.”. Assim, ao garantir que o reboco não se desprenda, as outras camadas da parede estarão protegidas, evitando assim a manifestação de outras patologias.

Quando foi retirada a amostra de barro da casa localizada no bairro Padre Faria, essa já se encontrava em estado de degradação muito avançado (Foto 34). A grande quantidade de argila (por volta de 40%) permite supor que esta parede tenha apresentado muitas fissuras, favorecendo a manifestação de diversas patologias.



Foto 34. Casa em estado de arruinamento.

Nessa situação, o ideal seria adicionar fibras ao barro, como as de trigo que, apesar de serem bastante rígidas, de difícil manuseio e não se misturarem facilmente ao barro, são uma boa alternativa para misturas com argilas ativas, pois sua elasticidade absorve sua expansividade natural (FARIA e NEVES, 2011).

Embora apresente uma grande quantidade de argila, essa amostra perdeu grande quantidade de resíduos na presença de água. Assim sendo, quando o material entrou em contato com a água, perdeu-se a coesão e promoveu-se assim a desagregação.

As medidas protetivas que poderiam apresentar eficácia para estes problemas seriam: uma boa cobertura – que evitasse o contato da água com a parede -, um revestimento e um enchimento que possuíssem fibras que garantissem uma maior flexibilidade à parede.

A amostra de terra obtida da edificação situada no bairro Rosário possui uma baixa resistência e uma grande desagregação devido à pouquíssima quantidade de argila presente em sua composição. Em situações como essa, é recomendável acrescentar feno ao barro. Segundo FARIA e NEVES (2011, p. 67) “os diferentes tipos de gramíneas, por suas folhas com fibras longas, delgadas e resistentes, oferecem resistência elevada”.

Outra característica notada é a grande porosidade do material, que absorveu rapidamente a água. Por isso, medidas protetivas que evitem o contato da água com o barro devem ser tomadas como, por exemplo, um reboco que permita as trocas gasosas da parede, mas que não deixe a umidade excessiva passar, e uma boa cobertura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização deste trabalho, foi possível constatar aspectos importantes da técnica do pau a pique em Ouro Preto, dentre elas: não havia um padrão entre as amostras, sendo suas granulometrias bastante distintas umas das outras, o que pode ser um indicativo de que, provavelmente, não buscava-se a melhor terra para a confecção das paredes, mas sim aquela que estivesse mais próxima ao local da obra.

Com isso cada parede se comporta de maneiras distintas, o que se traduz nas diferentes manifestações patológicas encontradas. Isto, juntamente com a falta de medidas protetivas adequadas pode ter colaborado para o processo de degradação das edificações estudadas.

Independentemente da composição granulométrica das terras usadas, é imprescindível a existência de barreiras que limitem o contato direto da água com a parede, pois a água é o principal agente causador de patologias em edificações construídas com terra. Para isso, recomenda-se: uma boa cobertura – com beirais salientes - e um bom revestimento, desde que haja uma compatibilidade entre ele e o suporte.

Tendo em vista os aspectos observados, é de extrema importância que o restaurador saiba com que tipo de material irá trabalhar e quais comportamentos ele apresentará em determinadas situações.

Por fim, espera-se que este estudo conscientize os responsáveis por obras de intervenção em construções de terra crua e que ele sirva de ponto de partida para a preservação da história construtiva tradicional popular e, assim, ajude na preservação de inúmeras edificações construídas em terra crua.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) **ABNT NBR 6459**: SOLO - Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro/ RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1995) **ABNT NBR 6502**: ROCHAS E SOLOS. Rio de Janeiro/ RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) **ABNT NBR 7180**: SOLO – Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro/ RJ.

ARAÚJO, Carla Beatriz Costa de; NETO, Silvrano Adonias Dantas. **Caracterização dos Solos Lateríticos para Utilização em Pavimentos de Baixo Custo na Cidade de Canindé/CE**. In: XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2014, Goiânia. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268743136_Caracterizacao_de_Solos_Lateriticocos_para_Utilizacao_em_Pavimentos_de_Baixo_Custo_na_Cidade_de_CanindeCE>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

BRAGA, Márcia. **Conservação e Restauro**. Editora Rio Sociedade Cultural LTDA, 2003. Disponível em: <http://marciabraga.arq.br/voi/images/stories/pdf/MarciaBraga_arq_bras.pdf> Acesso em: 02 de dezembro de 2017.

BOHRER, Alex Fernandes. **Os Missais de Plentim e Outras Reminiscências Flamengas no Barroco Mineiro**. In: Eddy Stols e Werner Thomas (Org.). Um Mundo Sobre Papel – Libros y Grabados Flamengos em el Imperio Hispanoportugues (Siglos XVI-XVIII). Louvain: ACCO, 2009, v., p. 261-279.

BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704p.

CARVALHO, Thaís Márjore Pereira; LOPES, Wilza Gomes Reis; MATOS, Karenina Cardoso. **O Potencial da Arquitetura de Terra na Construção Civil**. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 2013, Canela, Rio Grande do Sul, Brasil. 10p. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/509.pdf>>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

CARVALHO, Ronaldo Nonato Ferreira Marques de; MIRANDA, Cybelle Salvador. **A Taipa Como Patrimônio Cultural: A preservação do Saber Fazer**. In: Revista de Ciência e Tecnologia, V.1n.1, 2015. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/rct/article/download/2479/1802>>. Acesso em: 02 de agosto de 2018.

CORREIA, Mariana. **Universalidade e Diversidade da Arquitectura de Terra**. In: 10ª Mesa Redonda de Primavera. Terra: forma de construir arquitectura – antropologia – arqueologia. 2006, Porto. 8p. Disponível em: <<http://www.aldeia.org/portal/user/documentos/mcorreia.pdf>>. Acesso em: 17 de setembro de 2017.

CRUZ, Cícero Ferraz. **Fazendas do Sul de Minas**. Brasília, DF: Iphan / Programa Monumenta, 2010. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/ColArq2_Fazendas_do_Sul_de_Minas_Gerais_m.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro de 2017.

DOAT, P.; HAYS, A.; HOUBEN, H. MATUK, S.; VITOUX, F. **Construire em Terre**. França: Gamma; CRATerre, 1979. 670p.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo/Centro Nacional de Pesquisa de Solo. 2 ed. ver. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERNANDES, Maria. **A Taipa No Mundo**. In: Seminário de Construção e Recuperação de Edifícios em Taipa, 2008, Almodôvar, Portugal. 9p. Disponível em: <<http://www.uc.pt/uid/cea/cyberarq/serie/numero001>>. Acesso em: 17 de setembro de 2017.

FÉRES, Leila Medina Leite. **Um balanço das formas de proteção institucionalizadas do patrimônio cultural no Brasil e o caso da cidade de Ouro Preto, MG.** In: Revista Mosaico V.8 N.12; 2017. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/mosaico/article/view/65408> > Acesso em: 20 de outubro de 2018.

GONÇALVES, Teresa Diaz; GOMES, Maria Idália. **Construção de terra crua: POTENCIALIDADES E QUESTÕES EM ABERTO.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268352912_CONSTRUCAO_DE_TERRA_CRUA_POTENCIALIDADES_E_QUESTOES_EM_ABERTO >. Acesso em: 11 março 2019.

IPHAN. Portaria nº 312, de 20 de outubro de 2010. Dispõe sobre os critérios para a preservação do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de Ouro Preto em Minas Gerais e regulamenta as intervenções nessa área protegida em nível federal. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Portaria_n_312_de_20_de_outubro_de_2010.pdf> Acesso em: 20 de outubro de 2018.

KER, João Carlos; CURI, Nilton; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; TORRADO, Pablo Vidal. **Pedologia – Fundamentos.** 1ª ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. 343p.

LEPSCH, Igo F. **19 lições de pedologia.** São Paulo: Oficina de textos, 2011.

MARINOSKI, D. **Alvenarias: conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo.** 2011. 63 slides. Departamento de Arquitetura e Urbanismo – UFSC, Florianópolis. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias_%20introducao+vedacao.pdf >. Acesso em: 02 novembro de 2018.

MATOS, Alisson Chaves. **Uso Da Terra Crua Em Blocos De Terra Compactada.** 2012, 44 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2012. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/270/TCC%20-%20BCT/TCC%20-%20Alisson%20Chaves%20Matos.pdf>>, acesso em: 11 de setembro de 2017.

MELO, Taciana Santiago de. **Registros coloniais inscritos nos mapas da antiga Vila de Igarassu, Pernambuco.** In: Anais do I Simpósio Brasileiro de Cartografia Histórica, 2011. Disponível em: <https://www.ufmg.br/rededemuseus/crch/simposio/MELO_TACIANA_S.pdf> Acesso em: 13 de setembro de 2017.

Ministério da Cultura, Peru. Disponível em: < <http://chanchan.gob.pe/chanchan/historia/>>. Acesso em: 17 de set. de 2017.

NEVES, Célia Maria Martins. **Resgate e Atualização do Construir com Terra: O Projeto Proterra.** In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. Disponível em: <ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0247d.pdf>. Acesso em: 14 de agosto de 2018.

NEVES, Célia Maria Martins; FARIA, Obede Borges; ROTONDARO, Rodolfo; CEVALLOS, Patricio S.; HOFFMANN, Márcio Vieira. (2009). **Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo.** Rede Ibero-americana PROTERRA. Disponível em: <<http://www.redproterra.org>>. Acessado em 19 de julho de 2017.

NEVES, Célia; FARIA, Obede Borges (Org.). **Técnicas de construção com terra.** Bauru: FEB-USP/ PROTERRA, 79p. 2011. Disponível em: <<http://www.redproterra.org>>. Acessado em 19 de julho de 2017.

NITO, Mariana Kimie da Silva. **Sistemas construtivos em terra crua: panorama da América Latina nos últimos 30 anos e suas referências técnicas históricas.** In: Revista Cadernos de Pesquisa da Escola Cidade, 2015.

OLENDER, Mônica Cristina Henriques Leite. **A Técnica do pau-a-pique: subsídios para a sua preservação.** 2006. 146 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/8822>>, acesso em 15 de setembro de 2017.

OLIVEIRA, João Bertoldo de. **Pedologia Aplicada.** 3ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592 p.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **Ciência e Preservação da Memória**. In: Congresso Nacional Patrimônio Histórico e Cidadania. 1991.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **O uso da terra na construção da antiga capital da América Portuguesa: uma memória**. In: Associação Centro da Terra (Org.). *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: ARGUMENTUM, 2005, v., p.86-91.

OURO PRETO. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio. **Inventário do Padre Faria**. Ouro Preto, s/ data.

OURO PRETO. Lei Complementar N° 30, de 28 de dezembro de 2006. Estabelece normas e condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo urbano no Município de Ouro Preto. Disponível em: <<http://cmop.tempsite.ws/arquivos/documentos/leis/usosolo.pdf>> Acesso em: 21 de outubro de 2018.

PEREIRA, Juliana Renata. **Caracterização Pedológica de Materiais Utilizados para Construção de Paredes de Pau-a-pique no Período Colonial em Minas Gerais: Estudo de Caso na Igreja de São José, Ouro Preto, MG**. 2010, 53 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Conservação e Restauro) – Instituto Federal de Minas Gerais, Ouro Preto, 2010. Impresso.

PEIXOTO, Maria Virgínia Simão; SOUZA, Luiz Antônio Cruz; REZENDE, Marco Antônio Penido. **O Acervo em Taipa de Pilão em Minas Gerais**. In: 1º Simpósio Científico ICOMOS, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/60252.pdf>>. Acesso em: 19 de setembro de 2018.

PISANI, Maria Augusta Justi. **Taipas: a arquitetura de terra**. São Paulo: Revista Sinergia, 2004. Volume 5, n. 1, p. 09-15.

RESENDE, Mauro; CURI, Nilton; REZENDE, Sérvulo Batista de; CORRÊA, Gilberto Fernandes. **Pedologia: base para a distinção de ambientes**. 5ª ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322p.

SILVA, Érico de Oliveira e. **Arquitetura Popular De Terra Crua: suportes e argamassas de revestimento para edificações em comunidades quilombolas.** 2015.71 f. Monografia (Especialização em Construção Cívil) – Escola de Engenharia, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-A3YFPV>>, Acesso em: 26 de julho de 2017.

TELES, Augusto Carlos da Silva. **Brasil – Arquitetura Religiosa Barroca.** Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/130/>> Acesso em: 08 de novembro de 2017

VASCONCELLOS, Sylvio de. **Arquitetura no Brasil.** 5ª ed. rev. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1979. 186p.

VASCONCELLOS, Sylvio de. **Vila Rica.** 2.ed. São Paulo: Perspectiva, 2011. 207p.

WITTMANN, Angelina. Fachwerk, a técnica construtiva enxaimel. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/16.187/6131>> Acesso em: 23 de julho de 2018.

XAXÁ, Mateus Soares da Silva. **Construção com Terra Crua: Bloco Mattone.** 2013. 44 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2013. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/270/TCC%20-%20BCT/Mateus%20Soares%20da%20Silva%20Xax%C3%A1%20-%20Bloco%20Mattone.pdf>>, Acesso em: 11 de setembro de 2017.