

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
Campus Ouro Preto

Juliana Renata Pereira

**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**

Ouro Preto
2010

Juliana Renata Pereira

**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**

Monografia apresentada à Diretoria de Pesquisa, Graduação e Pós-Graduação do Instituto Federal Minas Gerais – Campus Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Conservação e Restauro.

Orientador: Prof. Fábio Soares de Oliveira

Ouro Preto
2010

A Deus agradeço sempre, sempre...

Minha mãe, minha irmã e tias especialmente tia Nadir, Ninice e Elza. Jamais poderia esquecer também aos amigos que direta ou indiretamente me ajudaram muito! À Giordana e Ronaldo meu especial carinho e amizade. Ao Professor Ney Nolasco não tenho palavras para expressar, pois seriam poucas, mas deixo aqui meu muito obrigado por todo conhecimento adquirido através de você! Agradeço também o Professor Fábio Soares por sua ajuda e ensinamento.

CASA DE TAIPA
Geraldo Alves

Minha casa de paus de carnaúba,
construída com meses de trabalho,
foi trocada depois noutro agasalho,
quando as cascas dos paus viraram fubá.

A madeira de cima ficou puba.
Frágeis restos de tábuas de assoalho
arrearam por cima do cascalho,
como hastes de pau que alguém derruba.

No restante das varas do caniço,
ficou marca dos dias de serviço
que a minha família trabalhou.

Oh! Que pena meu Deus, como fui tolo!
Me mudei para a casa de tijolo
e minha casa de taipa se acabou.

RESUMO

Os sistemas construtivos que utilizam a terra crua, sem cozimento, seca pelo sol ou pelo ar, como principal material de construção, vêm sendo utilizados desde os tempos mais remotos. Dentre eles, destaca-se o pau-a-pique, técnica que apresenta grande facilidade de construção, sendo por esse motivo, um dos sistemas construtivos mais difundidos. A preservação do pau-a-pique deve ser feita para garantir a continuidade de sua execução, pois se trata de uma técnica barata, sustentável e possível de ser difundida por meio da cultura oral. Este trabalho objetivou caracterizar pedologicamente os materiais utilizados como matérias-primas para a construção de paredes de pau-a-pique no período colonial em Minas Gerais, tendo como estudo de caso a Igreja de São José, na cidade histórica de Ouro Preto (MG). Foram realizadas, para tal, análises físicas (textura), mineralógicas e micromorfológicas. Os resultados indicaram um material heterogêneo, formado pela mistura de saprolitos de diferentes rochas da própria região de Ouro Preto, acrescidos de areias quartzosas também comum nessa região, sobretudo pela presença de grandes domínios quartzíticos. Essa mistura proporcionou uma textura adequada ao material, em conformidade com o que é recomendado pelos manuais técnicos atuais. É provável, a partir disso, que no período colonial as técnicas utilizadas para confecção das paredes de pau-a-pique, bem como a escolha e o preparo do material terroso para o mesmo fim, tenham sido muito semelhantes ao que é recomendado na atualidade. Como se trata de uma cultura preservada principalmente pela oralidade, supõe-se que a maneira hoje praticada para a construção dessas paredes seja uma herança, com as respectivas adaptações inseridas ao longo do tempo, dos nossos construtores do passado. Apesar disso, o resgate e a revalorização do uso da técnica do pau-a-pique como um hábito construtivo ecologicamente contextualizado e acessível deve ser feito como maneira de preservá-lo culturalmente e garantir que muitas edificações possam usufruir do mesmo.

Palavras-chave: técnica construtiva; arquitetura em terra; pau-a-pique; pedologia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ruínas de Chan Chan, construído em terra crua (Peru).	12
Figura 2: Forma denominada taipal.	15
Figura 3: Janela de testemunho da Igreja Nossa Senhora do Pilar evidenciando parede de taipa de pilão (Ouro Preto-MG).	16
Figura 4: Tijolos de adobe.	17
Figura 5: Parede de adobe (Mariana-MG).	17
Figura 6: Janela de testemunho da Igreja Matriz de Nossa Senhora do Pilar evidenciando parede de adobe (Ouro Preto-MG).	18
Figura 7: Parede de pau-a-pique em processo de construção.	19
Figura 8: Aplicação de argamassa de barro.	19
Figura 9: Parede de pau-a-pique.	20
Figura 10: Sobrado com empena de pau-a-pique (Ouro Preto-MG).	21
Figura 11: A) Fachada mista com parede de pau-a-pique assentada sobre alvenaria de pedra com argamassa (Ouro Preto, MG); B) Casas geminadas de pau-a-pique com baldrame de pedra (Ouro Preto, MG).	21
Figura 12: Parede de pães de barro.	22
Figura 13: Tijolos de solo cimento.	23
Figura 14: Igreja de São José (Ouro Preto-MG).	29
Figura 15: Parede onde se coletou material para análise.	32
Figura 16: Diagrama textural com os valores de interseção das porcentagens de areia, silte e argila do material coletado e a respectiva classe textural do mesmo (Franco-argilo-arenosa).	37
Figura 17: Difratoograma de Raios-X (radiação $\text{CuK}\alpha$) da fração pó total do material coletado evidenciado picos que indicam a presença dos minerais quartzo, muscovita, rutilo, augita e zeólita.	38
Figura 18: Difratoograma de Raios-X (radiação $\text{CuK}\alpha$) da fração argila do material coletado evidenciado picos que indicam a presença dos minerais quartzo, caulinita e zeólita.	40

- Figura 19:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) da trama porfírica, destacando a presença de P (Plasma), E (Esqueleto) e V (Poros). 41
- Figura 20:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) do grãos do esqueleto, destacando a presença de Eq (Esqueleto de quartzo) e Em (Esqueleto de muscovita). 42
- Figura 21:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) de grão de quartzo (Eq – Esqueleto de quartzo) fraturado. 42
- Figura 22:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) de grão de muscovita (Em – Esqueleto de muscovita) em processo de oxidação. 43
- Figura 23:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) de grão de muscovita (Em – Esqueleto de muscovita) em processo de oxidação. 43
- Figura 24:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) do plasma, destacando a presença da massa argilosa caulínica (Pc) e da matéria orgânica (Pmo). 44
- Figura 25:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) da orientação esquelssépica do plasma, envolvendo os grãos do esqueleto. 45
- Figura 26:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) da orientação esquelssépica do plasma, envolvendo os grãos do esqueleto. 45
- Figura 27:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) da orientação esquelssépica do plasma, envolvendo os grãos do esqueleto. 46
- Figura 28:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) da orientação esquelssépica do plasma, envolvendo os grãos do esqueleto. 46
- Figura 29:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) dos poros associados à superfícies dos grãos do esqueleto, sendo V = poro. 47
- Figura 30:** Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) dos poros associados à superfícies dos grãos do esqueleto, sendo V = poro. 47

Figura 31: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) dos poros isolados no entorno dos grãos do esqueleto, sendo $V = \text{poro}$.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	9
1.1. Introdução	9
1.2. Objetivos	11
CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. A arquitetura em terra ao longo da história	12
2.2. Sistemas construtivos em terra crua	13
2.2.1. Taipa de pilão	15
2.2.2. Adobe	16
2.2.3. Pau-a-pique	18
2.2.4. Pães de barro	22
2.2.5. Solo cimento ou solo cal	22
2.3. A Igreja de São José, Ouro Preto, MG	23
2.3.1. Histórico da construção	23
2.3.2. Análise tipológica e arquitetônica da Igreja de São José	28
CAPÍTULO 3. MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1. Introdução	31
3.2. Revisão bibliográfica	31
3.3. Análises laboratoriais	32
CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Caracterização macromorfológica	35
4.2. Caracterização textural	35
4.3. Caracterização mineralógica	36
4.4. Caracterização micromorfológica	40
4.5. Discussão	47
CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. INTRODUÇÃO

À semelhança de outros animais, o homem descobriu que também poderia construir seus abrigos usando um dos materiais mais abundantes da natureza: a terra. As coberturas superficiais propícias à construção, tal como solos e sedimentos, constituem cerca de 74% da parte superficial da crosta terrestre, constituindo um manto bastante diversificado de cores, texturas, estruturas e feições morfológicas (DETHIER, 1993, p.15). Por se tratar de um material normalmente disponível, a utilização de terra como matéria-prima para construções geralmente não requer compra, transportes caros, e nem transformação de caráter industrial, dispensando gastos de energia para sua produção, e não provocando impactos tão agressivos ao meio, tal como poluição do ar e desmatamento.

Os sistemas construtivos que utilizam a terra crua, sem cozimento, seca pelo sol ou pelo ar, como principal material de construção, vêm sendo utilizados desde os tempos mais remotos e, datam de pelo menos, cem séculos (DETHIER, 1993, p.35). Civilizações nasceram e desapareceram sem que este material caísse em desuso. Apesar do que muitos consideram na atualidade, nas civilizações antigas a construção em terra não implicava num hábito limitado a determinadas classes sociais, principalmente àquelas de baixo poder aquisitivo, mas sim em todos os setores das sociedades tradicionais. Assim se desenvolveu um conhecimento feito de experiência, ao mesmo tempo sábio e popular, que se traduziu numa espantosa variedade de funções e de formas, através das quais se exprimem as especificidades culturais dos construtores.

Por se tratar de uma tradição oral, os conhecimentos que foram trazidos até a atualidade acerca das técnicas construtivas em terra, podem ser considerados apenas como uma pequena parte desta tradição. Mesmo passando por períodos de desvalorização e, em alguns casos, completo abandono, a construção em terra crua ainda pode ser observada nos dias atuais. Habitações tradicionais são comuns em muitos países, sobretudo naqueles mais pobres e desprovidos de condições de incorporar o novo padrão de consumo de materiais de construção

industrializados. Uma construção tradicional, nesse sentido, é vernácula por essência, ou seja, utiliza materiais e técnicas próprias de seu lugar, demanda pouca energia para sua construção e demonstra enorme respeito ao meio na qual está edificada fazendo parte, assim, do leque das edificações sustentáveis. Dentro deste universo das construções tradicionais, as construções com terra são as que mais se destacam sendo relevante, portanto, combater o processo de desvalorização das técnicas de construções em terra crua, ou seja, é necessário o seu resgate visando as suas potencialidades arquitetônicas.

Considerando a multiplicidade do uso da terra crua e suas possibilidades tecnológicas existentes acerca da arquitetura, tem-se como enfoque o adobe, a taipa de pilão, o pau-a-pique, o solo cimento e o pão de barro. Porém, neste contexto, pretende-se destacar a técnica do pau-a-pique, pois o mesmo representa um patrimônio cultural de grande importância para a humanidade, sobretudo porque foi amplamente utilizado por diversas gerações ao longo da história e porque muitas grandes e famosas edificações, como igrejas coloniais, templos, casarões, entre outros, foram construídos utilizando essa técnica.

Desta forma, este sistema construtivo deve ser preservado em respeito às gerações futuras, não apenas através da conservação dos exemplares que restam das edificações nela construídas, mas principalmente através da preservação do conhecimento sobre sua execução, não deixando se perder no preconceito de que está relacionado exclusivamente às classes mais pobres, ou a que, invariavelmente, será um foco para hospedar parasitas transmissores de doenças. De acordo com Vasconcellos (1979), o pau-a-pique apresenta grande facilidade na sua construção sendo um dos motivos que levou este sistema construtivo ser um dos mais difundidos.

Interessantemente, tal técnica construtiva é muito comum no Brasil, seja por sua simplicidade ou por sua facilidade de manuseio, pois qualquer pessoa, mesmo que não seja especialista no assunto, pode assimilá-la com facilidade e utilizá-la sem prejudicar o ambiente. Para Alvarenga (1984), uma das principais vantagens de se construir utilizando o pau-a-pique é a rapidez da sua execução.

A partir disso, faz-se premente um estudo que contextualize a técnica construtiva em pau-a-pique associada aos métodos e materiais nela utilizados, de maneira a conhecer, analisar e compreender a técnica e resgatá-la como um importante hábito construtivo, tanto para restauração

de edificações históricas quanto para a utilização em novas construções, classificadas como bioconstruções que, segundo Cantarino (2010), é a maneira de se construir buscando a harmonia entre a edificação e o ambiente em que esta será inserida diante de seus processos construtivos encontrando assim, o melhor aproveitamento dos recursos naturais ou não, necessários para sua constituição considerando desta forma, a abrangência de tecnologias e a viabilidade ecológica, econômica e social. Somente assim o pau-a-pique poderá romper com os preconceitos historicamente atribuídos a ele e ser (re) incorporado com a validade que possui. Considerando-se a necessidade de investigar quais eram, em termos pedológicos, as matérias-primas utilizadas nas construções coloniais, buscou-se, num estudo de caso real uma fonte confiável de dados, na qual a Igreja de São José de Ouro Preto forneceu por meio de amostras coletadas, importantes informações sobre o solo empregado numa colonial técnica construtiva.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi caracterizar pedologicamente o material utilizado na construção de paredes de pau-a-pique na Igreja de São José (Ouro Preto, MG), de maneira a conhecer as matérias-primas utilizadas para sua elaboração e subsidiar a busca de informações para comparar com as recomendações técnicas existentes na atualidade.

A especificidade desse estudo consistiu em caracterizar a “terra” empregada na confecção das paredes de pau-a-pique da Igreja de São José sobre os seguintes aspectos:

- Caracterização macroscópica;
- Caracterização física, no que diz respeito à composição granulométrica do referido material;
- Caracterização mineralógica;
- Caracterização micromorfológica;
- Comparar ainda o material utilizado para a confecção da parede de pau-a-pique na Igreja de São José com os materiais tecnicamente recomendados na atualidade.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A ARQUITETURA EM TERRA AO LONGO DA HISTÓRIA

Desde que os homens constroem cidades, há cerca de dez mil anos, a terra tem sido através de tradições eruditas e populares, um dos principais materiais de construção utilizados em diferentes épocas e lugares desde a Antiguidade, tanto na Mesopotâmia como no Egito, na Palestina, Iraque, na Europa, África, e na China. Consideravelmente ainda hoje, um terço da população mundial vive em habitações construídas com terra (DETHIER, 1993, p.15) e tal fato deve-se tanto à abundância do material quanto à sua plasticidade além da fácil obtenção e manuseio.

Muitos testemunhos nos foram legados com uso deste material (FIG. 1), definindo uma linguagem arquitetônica incomparável e de grande valor, além de assegurar às civilizações distintas e peculiares o abrigo.



Figura 1: Ruínas de Chan Chan, construído em terra crua (Peru).
Disponível em: <<http://www.livinginperu.com/blogs/travel/archives/trujillo>>.
Acesso em: 11 de dezembro de 2010.

Assim sendo, é relevante que a colonização portuguesa no Brasil deixou-nos um legado cultural extremamente rico. Entre a vasta herança lusitana, estão as variadas técnicas construtivas de tradição multissecular que utilizaram a terra, inclusive em prédios de grande

importância como igrejas. Mesmo que não seja mais prioridade na atualidade, certamente a arquitetura em terra crua faz parte de nossa memória cultural e influenciou muitas gerações de técnicos, arquitetos e engenheiros brasileiros.

Segundo Milanez (1958), no Brasil, antes da chegada dos portugueses, os índios não usavam a terra para construir. Seus abrigos eram estruturas de paus roliços e vedações de palha e folhagens, sendo, os portugueses os responsáveis pela introdução das técnicas construtivas de terra crua (na forma de adobe, taipa de pilão e pau-a-pique) no Brasil.

Também, os africanos, trazidos como escravos contribuíram para o uso da terra crua, pois faziam uso dessas técnicas em seu país de origem. Neste sentido, Milanez (1958) cita que nossas casas barreadas parecem se originar também de costumes africanos, e que, ainda no século XX, a terra é largamente usada na África. Destaca ainda que os nativos da Guiné, descendentes dos mesmos negros que para cá vieram, construíram suas casas de pau-a-pique, com enchimento de lama e cobertura de palha. No Brasil, da mesma forma que em Portugal, as técnicas mais utilizadas foram o adobe, a taipa de pilão e a taipa de mão ou pau-a-pique.

Portanto, essa diversidade das arquiteturas de terra e dos seus modos de construção possíveis tende estabelecer uma reinserção vital da arquitetura em várias tradições culturais e populares, recriando ao mesmo tempo uma coerência dinâmica e um laço contínuo entre a história, a atualidade e o futuro. Tal fato ressalta o que Pinto (1993) considera:

É necessário recuperar as técnicas tradicionais, analisá-las, quantificá-las, testá-las em laboratórios e aperfeiçoá-las. Há que associar à terra ideias verdadeiras e inovadoras como conforto, economia energética, longevidade, degradabilidade e até ecologia (PINTO,1993, p. 612-617).

Diante da complexidade que envolve o uso da terra crua nas construções, percebe-se que este material, por ser encontrado em várias partes do mundo, juntamente com técnicas amplamente variadas, possui bastante versatilidade de uso.

2.2. SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM TERRA CRUA

Antes de qualquer descrição a respeito dos sistemas construtivos em terra crua, é

relevante entender que *terra crua* é a designação genérica que se dá aos materiais de construção produzidos com solo, porém, sem passar pelo processo de cozimento (queima). Por extensão, é empregada a denominação de “*Arquitetura de terra*” a toda produção arquitetônica cujo principal material empregado seja a terra crua. Neste sentido, Houben & Guillaud (1994) afirmam que a terra crua é sem dúvida um dos materiais de construção mais usados no mundo, desde o momento em que o homem aprendeu a construir casas e cidades, sendo difícil encontrar um país que não possua herança de edifícios que apresentam o uso deste material.

Este fato amplia o entendimento de que a uniformidade dos sistemas construtivos de terra crua empregados pela humanidade é inúmera, variando no espaço e no tempo, em cada grupo social, com a disponibilidade dos recursos existentes, com as necessidades exigidas, com as condições ambientais e, até mesmo, com as mais variadas técnicas desenvolvidas face às necessidades de bem estar do homem.

Para Del Brenna (1982), a terra crua adotada desde o início da colonização, em todo o território brasileiro, permaneceu e se desenvolveu quando e onde seu uso foi possível pelas condições do solo e do clima, configurando “em soluções de grande singeleza, funcionalidade e perfeita adaptação ao meio”.

Segundo Souza (1996), nas localidades do Brasil onde a pedra era rara e de difícil extração, prevaleceu a arquitetura de terra crua sob diversas formas de construção. Porém, sendo muito utilizada durante o período colonial, foi quase que totalmente abandonada após a chegada de outros materiais. Isto ocorreu, segundo Bardou e Arzoumanian (1979), na Europa após a Segunda Guerra Mundial, com o surgimento de novos materiais de construção. Essa mudança, porém, não se deveu às razões de melhor qualidade dos novos materiais, e nem à falta de conforto na casa de terra, mas sim, devido às mudanças de atividades do homem e redução de seu tempo dedicado à construção, que o levou a dar preferência aos materiais industrializados. Conforme Souza (1996), no Brasil, este abandono foi gradual, iniciando-se no início do século XX, principalmente nas grandes cidades e só depois atingindo a zona rural. No entanto, ainda hoje, em vários locais do país podem ser encontradas construções realizadas a partir de uma das técnicas construtivas em terra crua.

Diante deste contexto, Dethier (1993), aponta que os estudos modernos de

composição dos solos permitem agora verificar cientificamente as antigas intuições dos construtores, e, sobretudo, melhorar a escolha e a dosagem dos componentes. Assim se tende associar da melhor forma as virtudes dos princípios tradicionais e as aquisições da modernidade permitindo uma aproximação global que tende a reintegrar o homem como principal utilizador.

Nesse universo tão amplo de construção tendo com terra crua, quatro técnicas construtivas possuem maior enfoque atualmente: a taipa de pilão, o adobe, pau-a-pique (ou taipa de mão) e também, os pães de barro. Algumas delas foram aperfeiçoadas e adaptadas às necessidades da vida moderna, como é o caso dos tijolos estabilizados com cimento e cal, chamados de “solo cimento”.

2.2.1. TAIPA DE PILÃO

A taipa é uma técnica herdada das culturas árabes e berberes, e que segundo Dethier (1993), designa o princípio da construção de paredes espessas, socando-se a terra dentro de uma trama de madeira laterais (FIG. 2), que são deslocadas à medida que o trabalho se desenvolve. Tal trama é conhecida como taipal.

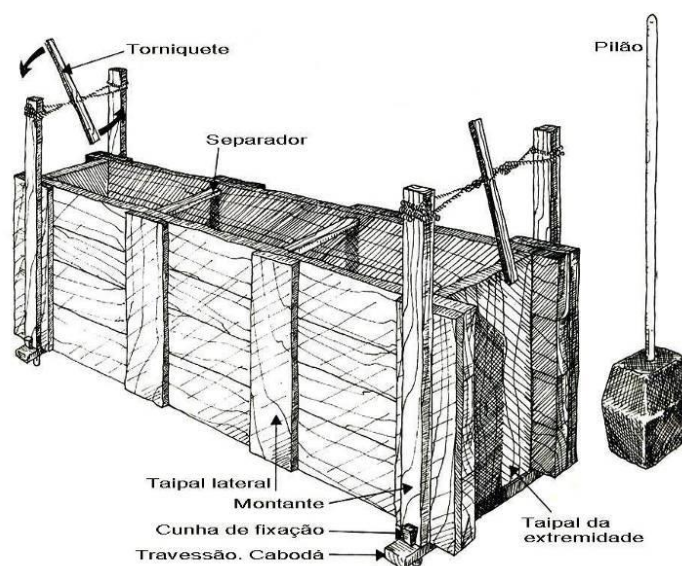


Figura 2: Forma denominada taipal.

Disponível em: < <http://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2010/06/18/tecnicas-construtivas-do-periodo-colonial-i/>>. Acesso em: 01 outubro de 2010.

É uma técnica construtiva antiga, de paredes maciças constituídas de blocos monolíticos e que usa a terra crua como matéria-prima. Conforme Cunha (1978), pise, terra apisoada, parede monolítica ou taipa de pilão como é mais conhecido, é um sistema construtivo no qual se constroem as paredes “*in situ*”, comprimindo o solo adentro de formas móveis em camadas sucessivas.

Sendo necessário a utilização da terra crua na confecção de tais tijolos, o solo deve ser areno-argiloso com umidade de compactação ótima o que resulta em um acabamento mais refinado (FIG. 3).



Figura 3: Janela de testemunho da Igreja Nossa Sra. do Pilar evidenciando parede de taipa de pilão (Ouro Preto-MG).

Fonte: Juliana Pereira (2010).

Por ser considerado um dos sistemas mais utilizados na antiguidade, a taipa de pilão é o mais sólido sistema de construção de terra crua, já que as paredes construídas inteiras, monoliticamente, se solidificam progressivamente, com o passar dos tempos.

2.2.2. ADOBE

“Adobe” (FIG. 4) é uma palavra de origem árabe, que foi assimilada pelo espanhol e transmitida às Américas, onde foi adotada também pelo idioma inglês, significando tijolos de terra crua (DETHIER, 1993, p. 35).

Trata-se de um tipo de tijolo rudimentar em forma de bloco com mistura ideal de 20% de argila e 80% de areia, onde não há necessidade de queima. O tamanho desses tijolos e os materiais usados na sua confecção variam de região para região, mas devido a sua pouca resistência à ação da água e pequena capacidade de cargas, sua utilização sempre foi muito limitada (NOLASCO, 2008, p.54).



Figura 4: Tijolos de adobe.
Fonte: Juliana Pereira (2010).

Segundo Gutierrez (1972), o adobe como sistema de construção, pode ser descrito como a superposição de blocos de barro (FIG. 5) misturado com palha, secado pelo sol, que se unem entre si com uma argamassa similar à sua constituição interna.



Figura 5: Parede de adobe (Mariana-MG).
Fonte: Gilmar Nunes (2010).

Conforme Nolasco (2008), este processo construtivo é artesanal desde a confecção dos tijolos no qual se utiliza uma forma de madeira até a elevação da parede e muros (FIG. 6), onde cada tijolo é assentado um a um, a mão, e com auxílio de ferramentas.



Figura 6: Janela de testemunho da Igreja Matriz de N. Sra do Pilar evidenciando parede de adobe (Ouro Preto-MG).
Fonte: Juliana Pereira, 2010.

2.2.3. PAU-A-PIQUE

É uma técnica construtiva antiga, simples e transmitida no Brasil pela tradição oral. Além disso, é de baixo custo, e evita a degradação do meio ambiente.

Conforme Silveira e Gama (1982) a taipa de pau-a-pique, é um processo construtivo dos mais antigos da nossa cultura, e vem sendo conservada pela tradição oral. É do conhecimento de quase toda família de baixa renda, ou seja, mais da metade da população brasileira, sendo completamente desconhecida nas camadas mais abastadas e nos meios universitários.

Também conhecida como taipa de mão, taipa de sopapo, taipa de sebe, barro armado, o pau-a-pique, consiste, de acordo com a definição de Di Marco (1984), no preenchimento, com uma mistura de água, terra e fibras, de uma ossatura interna de madeira ou bambu (FIG. 7), formada por ripas horizontais e verticais com amarração feita de tiras de couro, cipó, barbante, prego ou arame.



Figura 7: Parede de pau-a-pique em processo de construção.
Fonte: Juliana Pereira (2010).

Vasconcellos (1979) salienta que o termo “pau-a-pique” se refere às peças de madeira ou bambu colocadas perpendicularmente “a pique” entre os baldrames e os frechais, fixados por meio de furos ou pregos. Perpendicularmente a estes, são colocados outros paus mais finos, como ripas ou varas, tanto de um lado como de outro, amarrados por meio de tiras de couro, prego ou arame, cipó, barbante de sisal, tucum, buriti e outros gêneros próprios de cordas. Depois de construída a trama ou armação, é jogado o barro (FIG. 8) e apertado sobre ela, trabalho que faz apenas com as mãos, e dá origem ao nome deste sistema construtivo.



Figura 8: Aplicação de argamassa de barro.
Fonte: Juliana Pereira (2010).

Na preparação da mistura para o barreado que é constituído de 50 a 70% de areia e 30 a 50% de argila, utiliza-se, em algumas regiões, somente a terra com água ou ainda acrescentam

materiais como fibras vegetais além da argila, diminuindo o índice de retração (NOLASCO, 2008, p.62). Tais materiais são acrescentados devido ao fato da utilização de terra muito arenosa não propiciar a liga necessária para a confecção das paredes.

O processo de aplicação da argamassa dentro da trama, é feito com duas pessoas posicionadas em lados opostos da trama sendo que cada uma, com uma bola de barro nas mãos prensa o material contra a trama, fixando-o na estrutura da madeira, evitando que fique algum espaço vazio (NOLASCO, 2008, p. 62). O preenchimento da parede inicia-se na parte inferior da trama e sobe progressivamente até completá-la (FIG. 9) cujo excesso do barro é retirado com as pontas dos dedos.



Figura 9: Parede de pau-a-pique.
Fonte: Juliana Pereira (2010).

Diante deste processo, tem-se como resultado uma parede de vedação leve e de boa resistência que distribui as cargas concentradas na estrutura autônoma de madeira. Após estar efetivamente seca recebe um revestimento a base de cal que é um aglomerante mais apropriado, que garante melhor resistência e durabilidade das paredes (NOLASCO, 2008, p.63).

De acordo com Alvarenga (1984), uma das principais vantagens da taipa de mão é o tempo rápido pra sua execução. É um tipo de parede muito utilizada nas divisões dos cômodos do pavimento superior de um sobrado, construção típica do período colonial brasileiro, tanto da área urbana quanto da área rural (FIG. 10).



Figura 10: Sobrado com empena de pau-a-pique (Ouro Preto-MG).
Fonte: Juliana Pereira (2010).

A fundação, em geral, é feita sobre tijolo ou pedra numa altura mínima de 30 cm do solo para evitar umidade (FIG. 11A). Pinto (1993) e Souza (1996) consideram que os inimigos da vedação de barro são as infiltrações de água, seja pela capilaridade do solo, seja por falta de proteção adequada com rebocos mal executados além de ser recomendável proteger a edificação de terra do contato com a umidade do solo, elevando-a do chão ou utilizando um alicerce de pedra ou tijolos, com a devida impermeabilização.

É importante ressaltar que a utilização desse sistema construtivo torna possível a construção de um segundo pavimento ou a construção de casas geminadas (FIG.11B) desde que as peças de madeira estejam bem dimensionadas (NOLASCO, 2008, p. 63).



Figura11: **A)** Fachada mista com parede de pau-a-pique assentada sobre alvenaria de pedra com argamassa; **B)** Casas geminadas de pau-a-pique com baldrame de pedra (Ouro Preto, MG). Fonte: Juliana Pereira (2010).

2.2.4. PÃES DE BARRO

Técnica comum europeia, sobretudo na Alemanha e que atualmente é utilizada em alguns países da América do Sul. De acordo com Cunha (1978), tal sistema construtivo também conhecido como “bolas”, é bastante rudimentar e consiste empilhar bolas achatadas de barro (FIG.12) para poder constituir as paredes.

Tal técnica necessita de barro inteiramente úmido para evitar a deformação plástica do material e só quando estiver completamente seca, é que se utiliza a cal como reboco.



Figura 12: Paredes de pães de barro.

Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/paesdebarro.htm>. Acesso em: 28 de setembro de 2010.

2.2.5. SOLO CIMENTO

Também denominado de tijolos prensados é, segundo Cunha (1978), uma técnica na qual se utiliza, de preferência, solos arenosos estabilizados com cimento (FIG. 13). Para a confecção e moldagem destes, é necessária a compactação feita através de prensa que pode ser manual ou hidráulica.

O material com que se fazem tais tijolos deve ser de uma massa mais úmida do que para paredes monolíticas, fazendo previamente os testes de umidade necessários.

Para se construir com tijolos de solo cimento, é fundamental os mesmos cuidados que se tem na construção de adobe, apesar do primeiro ser mais resistente que o segundo.



Figura 13: Tijolos de solo cimento

Disponível em: <<http://projetojoaodebarro.blogspot.com/2010/02/professor-da-unicamp-pesquisa-tijolo.html>>. Acesso em: 28 de setembro de 2010.

2.3. A IGREJA DE SÃO JOSÉ, OURO PRETO, MG

2.3.1. HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO

De acordo com Trindade (197?) as primeiras notícias sobre a Irmandade do Patriarca São José dos Bem-Casados data de 1725, quando, segundo o Cônego Trindade, a mesma foi instituída. Suas reuniões ocorriam na Matriz do Pilar até a construção de capela própria, que mais tarde daria lugar a outra edificação. O mesmo autor também considera que a capela primitiva foi aprovada em provisão de D. Frei Antônio de Guadalupe, Bispo do Rio de Janeiro, no ano 1726:

... a camara desta Villa pedindo nos por fim de sua petição lhe fizemos m.^{ce} conceder Licença p.^a a ereção da dita capella, visto terem a imagem do dito Santo, madeiras, e o mais necessarios, e receberia m.^{ce} a qual petição sendo por nós vista havemos por bem de conceder s Licença... (TRINDADE, 197?, p.129).

Exceto por este documento, pouco se sabe sobre esta capela.

A construção da nova capela foi realizada de maneira diferente da capela primitiva

(TRINDADE, 197?). O risco da nova capela é encomendado a Francisco Branco de Barros Barrigo, que assina o seguinte recibo, de 20 de dezembro de 1746:

Recebi do L^{do} Manoel de Araujo Corte como terz^o da Irm^{de} do Sr. S. Jozeph dos pardos desta V^a R.^a de ouro preto trinta e quatro oit.^{as} de oiro pelo desenho q. l'hefis p.^a anova obra da Capella dod.^o S.to epor Verd.^e l'he pacei este por mim feito e acignado.(IDEM. p.33).

No ano de 1753 as obras são iniciadas, de acordo com o primeiro recibo de José Pereira dos Santos, arrematante da obra. O mesmo arrematante conclui as obras da nave em 24 de agosto de 1759, data de seu último recibo:

ReSebi por mão da hirmandade do patriarca S. Joze honze oitavas e tres coartos ventens de ouro por conta da rematação da nova Igreja da d.^a hirmandade que l'he fiz e p.^a sua clareza l'he passei este por mim feito e aSignado. (IBDEM. p.135).

Em março de 1761, a benção da capela, ministrada pelo Reverendo Dr. Teodoro Ferreira Jácome. Em 1760 tem início a construção da capela-mor e sacristia, arrematada por Antônio Rodrigues Falcato. Em 1764 chega ao término estas obras, segundo recibo do arrematante:

Recebi do Thezor.^o da Irm.^{de} de São Joze Manoel Roiz graça des 8^{as} de ouro aconta do trecr.^o pagam.^{to} daobra da Capella mor q eu aRematei epor as haver recebido enão saber ler nem escrever pedi eroguei a Ant.^o leite da S.^a q este por mim ofizece... (IBDEM. p.141).

O telhado foi executado por Manuel Rodrigues Graça entre os anos de 1756 e 1766. Posteriormente o mesmo Manuel executou portas e janelas para a capela. Em 1750 Leandro Soares executa as campas próximas ao presbitério e em 1773 José Rodrigues da Silva executa as campas da nave. No mesmo ano Antônio Gomes Barriros instala o cancelo da nave, executado por Francisco Alvares de Lima, conforme termo do dia 03 de maio:

... que porquanto tinha dado de esmola para esta Irmandade hûas grades de jacarandá para o Corpo desta Capella oCapitão Manoel José Velozo; tendoas mandado fazer por Francisco Alvares Lima, e este dizendo que as queria assentar; necessitava de sefazer o acento de pranxoes que bem pudessem receber as ditas grades... (TRINDADE, 197?, p. 170).

Os pisos em madeira foram assentados por Leandro Soares Carvalho e José Rodrigues de Sousa entre os anos de 1760 e 1762. O risco do retábulo da capela-mor foi

encomendado a Antônio Francisco Lisboa, conforme se vê no recibo do artista à irmandade, datado de 20 de julho de 1773:

R.^{ce} do Tizour.^o do Patriarca S. Joze o Sr. Alferes Fran.^{co} de Araujo Correya quinze oytavas por hua planta e Risco q me mandou fazer p.^a o Retabulo da Capela Mor e para verdade lhe pacey este dem^a letra e Sinal. (IDEM. p.144).

A execução da talha foi realizada por Lourenço Roiz de Sousa entre 1775 e 1781, de acordo com os recibos da irmandade. O último recibo está datado de 8 de abril de 1781:

Recebi da mão do Tezoureiro da Irmandade de S. Jozé Manoel Roiz Graça nove oitavas de Ouro q maz pagou pello pelo resto q me devia a mezma Irmandade do resto da Obra da C digo da Obra da Talha da Capellamor dod.^o Santo e por estar pago de toda a q.^{tia} passei este. (IBDEM. p.149).

A pintura decorativa no forro, representando o Desposório de São José, foi executada por Manuel Ribeiro Rosa entre os anos de 1779 e 1783 como descritos no termo de aceitação da pintura: “Termo de aceitação que faz a Irmandade do Patriarca S. Joze de obras depintura da Capella mor e corredores etoda apintura q. fez Manoel Ribeyro Roza ...” (IBDEM. p.152).

Segundo relato do Cônego Trindade, este forro encontrava-se em estado de arruinamento e, por este motivo, teve o seu medalhão recortado e emoldurado. Encontra-se hoje no Museu Arquidiocesano de Mariana. No presbitério encontramos quatro pinturas murais representando a vida de Davi. Foram realizadas entre os anos de 1779 e 1783 por Manuel Ribeiro Rosa. Há um recibo de Francisco Xavier Gonçalves, datado de 07 de maio de 1782, referente a pintura do forro da sacristia. Não há registro dos altares laterais que, segundo hipótese de Diogo de Vasconcellos, foram trazidos de outras capelas. Os golfinhos entrelaçados ornamentando o chafariz da sacristia foram executados por José Francisco no ano de 1795, conforme consta em recibo: “R.^{ce} do procurador de S. Joze 3 oitavas de ouro produto das bixas q fis p.^a o cafaris da sacristia da capella da mesma irmandade e por verdade passo este p.^r mim feito e aSignado” (TRINDADE, 197?, p.184).

Os documentos da irmandade registram a existência de quatro sinos. O primeiro é denominado como *sino grande*, segundo recibo assinado por José Antônio em 10 de abril de 1763. O segundo sino foi fundido por José da Costa Carvalho, de acordo com recibo de 15 de novembro de 1768. Outros dois sinos foram fundidos por Crispim Gonçalves de Oliveira e estão

registrados em recibo de 08 de julho de 1773.

A irmandade decide por votação a construção de uma só torre no dia 21 de setembro de 1799:

Termo em que se determina que se faça uma torre de pedra na frente Espisso da Capella...sendo proposto se devia ou não fazer duas torres de pedra nesta Capela foi resolvido p.^r todos uniforme m.^{te} que se fizesse som.^{te} uma pelo risco que se hade fazer no melhor comodo para em seus termos se aRematar a obra... (IDEM. p. 153).

A irmandade opta pelo risco de João Machado de Sousa conforme se vê no recibo de 28 de novembro de 1801: “Arrecebi do tezeiro da Irmandade de São Jozé Bazilio Dosantos doze oitavas a Saber des oitavas do risco do fronte espicio í duas do meu trabalho de carpinteiro i por verdade peço este.” (IBDEM. p. 159).

Tudo indica que o risco de Antônio Francisco Lisboa tenha sido descartado. No ano de 1810 Miguel Moreira dá início a construção do frontispício, que é concluído em 1829 por José Veloso Carmo.

Os documentos registram a utilização da Capela de São José pela Irmandade de Santa Cecília, que se transferiu para a Matriz de Nossa Senhora do Pilar em 09 de março de 1823. Os livros de termos da irmandade registram a devoção de Nossa Senhora do Parto e Nossa Senhora de Guadalupe na capela.

A partir do ano de 1855 é dado início a uma série de reparos no telhado, com substituição de peças de madeira e limpeza da torre e corpo da capela. Quatro anos mais tarde outra empreitada se dá com reparos no telhado e pintura na capela-mor, arco-cruzeiro e altares laterais.

Nos anos que se seguiram a capela sofreu inúmeros reparos motivados pelo terreno artificial onde foi implantada. O documento encaminhado pela irmandade ao Presidente da Província de Minas Gerais, datado de 19 de abril de 1855, revela a vulnerabilidade do terreno:

... tendo solicitado e obtido permissão de V. Excia. para que os galés coadjuvassem o trabalho de um paredão que de se levantar junto a capela daquele santo, que por falta de pedra paralisasse aquela obra. Agora porém que tem a necessidade para a sua continuação, vem de novo rogar a V. Excia. se digne renovar a mesma graça, expedindo suas sábias ordens para que sendo possível os mencionados prêsos galés vão na segunda p.futura ajudarem aquele importante trabalho... (ARQUIVO 13ª SR. Doc.

S/n.º.Pasta de Obras Antigas n.º 2).

Um documento da Secretaria da Polícia da Província de Minas Gerais, datado de 03 de março de 1862, revela outro episódio das obras estruturais no terreno da capela:

... nada tenho que opor a que se preste diariamente 4 ou 5 correntes de galés para coadjuvarem os trabalhos do adro da capela que ameaça ruína, em consequência de haver desmoronado parte da montanha em frente... (ARQUIVO 13ª SR. Doc. S/n.º.Pasta de Obras Antigas n.º 2).

No ano de 1895 foram executados serviços de emboçamento do telhado, limpeza das paredes externas, do paredão do adro e do cemitério. Em 24 de abril de 1904 a irmandade aumentou o cemitério com o objetivo de evitar a abertura de novos túmulos próximos ao muro de arrimo que sustenta a capela. Neste mesmo ano foi feito o depósito de ossos, as sarjetas para o escoamento das águas das chuvas e o passeio no entorno da capela.

No ano de 1960 o DPHAN contratou o Professor José de Carvalho Lopes para avaliar os problemas estruturais da capela. Este relatório, datado de 02 de abril de 1960, aponta o alicerce como causa da instabilidade do edifício: "... as bases do bloco de fundação (alicerce), penetram tão somente um metro abaixo do solo natural atual, profundidade absolutamente insuficiente...." (ARQUIVO 13ª SR. Relatório Geotécnico. Pasta de Obras Antigas nº 2).

Mais adiante indica a consolidação do alicerce com a abertura de trincheiras ao pé da fundação.

Um relatório do IPHAN, datado de 08 de outubro de 1981, menciona que uma grande obra de restauração ocorreu nos anos de 1958/59. Posteriormente foram registrados trabalhos de restauração no ano de 1982, como mencionado em um termo de compromisso entre a Fundação Nacional Pró-Memória e a Irmandade de São José, onde esta última se compromete a: "... zelar, manter e conservar a Igreja de São José e Santa Cecília dos Pardos, nas condições em que a recebe, visto ter o imóvel sido objeto de obras de restauração..." (ARQUIVO 13ª SR. Termo de Compromisso-Pró-Melhoria e Irmandade de São José. Pasta de Obras Antigas nº 2).

O último relatório de obras disponível no IPHAN, com data de agosto de 1998, indica a restauração de toda a cobertura, inclusive com a troca da maior parte do madeiramento. Nestas

obras foram substituídos, de maneira inadequada, os rebocos de quase toda a capela.

2.3.2. ANÁLISE TIPOLÓGICA E ARQUITETÔNICA DA IGREJA DE SÃO JOSÉ

A Capela de São José (FIG.14) está localizada em um platô artificial, estruturado por muros de arrimo de pedra, reforçados posteriormente com concreto armado e atirantamento Vasconcellos (1948).



Figura 14: Igreja de São José/ Ouro Preto-MG.
Fonte: Acervo Luiz Fontana (sem data).

Conforme o mesmo autor, com partido típico da segunda metade do século XVIII, a planta da capela é composta de dois pavimentos. O térreo com nave, capela-mor, presbitério, sacristia, corredores laterais e nártex e o pavimento superior com consistório, tribunas, coro, varanda e torre. A originalidade do edifício está no frontispício, que se destaca na região em virtude do volume gerado pelo avanço da varanda encimada por torre única. A varanda tem laterais curvas e é protegida por balaustradas em pedra. No pavimento térreo destaca-se a porta principal e duas janelas falsas. No pavimento superior duas aberturas fazem a ligação com o coro.

A torre possui planta quadrada com cantos arredondados. Suas sineiras são altas e, no nível da varanda, destaca-se um óculo envidraçado. Há uma menção de relógio para a torre que, segundo documentos da irmandade, veio da corte e foi oferecido pela Câmara municipal. Não há indicação de instalação do mesmo. A cobertura da torre é feita por cúpula bulbosa moldurada com quatro coruchéus. O plano recuado da fachada possui entablamento moldurado, diferente do entablamento da torre. A solução dada para o fechamento do frontão, interrompido pelo volume da torre, se dá através de consolo invertido coberto com telhas e dois pináculos piramidais nas extremidades da fachada. A nave possui quatro altares, sendo dois em talha de boa qualidade e dois em tabuado liso. A capela-mor apresenta tribunas laterais e talha de excelente qualidade no altar-mor, risco de Antônio Francisco Lisboa.

O processo evolutivo da Capela de São José ocorreu como a maioria das capelas e igrejas da época. Em 1726 a irmandade construiu uma capela primitiva que perdurou até o ano de 1753, quando esta deu lugar a uma capela maior e mais sólida. O desenho do risco da atual é de 1746 e os trabalhos foram iniciados pela nave que, de acordo com recibos da irmandade, ocorreram de 1753 a 1759. É possível que, como em outros templos, a capela primitiva tenha sido mantida até que as obras da nave estivessem terminadas.

Não há documentação que comprove as datas das obras da capela-mor e sacristia, construídas, provavelmente, por volta de 1760. Também é possível que parta das paredes da antiga capela tenha se mantido, uma vez que trechos de parede de pau-a-pique encontram-se na capela-mor.

Documentos da irmandade indicam que a capela foi inicialmente edificada com duas torres, conforme se pode verificar nos recibos da irmandade entre 1758 e 1783. Dentre outros, três recibos mencionam a execução de serviços nas torres da capela. Em dois destes recibos, de Mateus Garcia, datado de 03 de maio de 1758 e Asselmo da Silva Diniz, de 14 de julho de 1759, lê-se, respectivamente: “... que me he devedora a dita irmandade de telhas que me comprou para as torres e tilhados..” e “...do cobre que se fizeram as grimpas das torres da capela...” (TRINDADE, 197?, p. 158).

Um terceiro recibo, datado de 13 de junho de 1782, registra concertos nas torres da capela, executados por Joaquim Roiz Graça: “... de obras q fez de concertos nas cazas do

Patrimônio e nas torres enaporta Principal emq entram algumas madeiras e pregos...” (Idem, p.159).

Os documentos indicam a existência de duas torres sem mencionar a demolição das mesmas. É possível que, em virtude do terreno artificial e acidentado, a irmandade tenha decidido pela alteração do frontispício, optando por torre única, implantada junto ao corpo da capela. Sabe-se que em reunião de 21 de setembro de 1779 a irmandade decide, em votação, pela edificação de frontispício com torre única, descartando a possibilidade de duas torres. O que intriga neste documento é a contradição em relação aos documentos que indicam a existência de duas torres, há pelo menos 20 anos. Mesmo depois de análise criteriosa dos documentos, não foi possível se chegar a uma conclusão em relação às antigas torres.

A utilização de materiais e o desenho também nos mostram que a capela passou por etapas distintas, provavelmente em virtude da adaptação da torre única no projeto original. Além das paredes de pau-a-pique na capela-mor, já mencionadas, é possível observar na torre, a utilização de cunhais de massa no primeiro pavimento e cantaria de pedra no segundo.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. COLETA E PREPARAÇÃO DO MATERIAL

Foi solicitada aos responsáveis pela Igreja de São José a autorização para a coleta do material. A partir disso, foram coletadas amostras indeformadas da massa na trama de uma das paredes de pau-a-pique internas da edificação (FIG. 15). O material foi acondicionado em sacos plásticos e posteriormente seco ao ar pelo período de 7 dias. Foram separados blocos indeformados para as análises micromorfológica e macromorfológica, sendo o restante do material destorroado. Tal material foi peneirado em malha de 2 mm de diâmetro para preparação da TFSA (Terra Fina Seca ao Ar), de acordo com as recomendações da Embrapa (1997). A seguir, foram separadas alíquotas para as análises mineralógicas e texturais.



Figura 15: Parede onde se coletou material para análise.
Fonte: Juliana Pereira, 2010.

3.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica foi realizada em livros, artigos técnicos e científicos, arquivos digitais pesquisados em acervos de bibliotecas, centros de memória e meios digitais.

Foram contemplados os seguintes aspectos:

- Origem do sistema construtivo em terra crua, sua evolução e desenvolvimento;
- Tipos e formas de construções que utilizam terra crua, as técnicas empregadas para tais construções, com especial enfoque para o pau-a-pique;
- Importância ecológica, social, cultural e econômica da utilização de pau-a-pique.
- Contexto histórico e arquitetônico da Igreja de São José.

A compilação das informações do resgate bibliográfico constitui o Capítulo 2 desse trabalho: Referencial Teórico.

3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

Foram realizadas análises físicas (texturais), mineralógicas e micromorfológicas dos materiais amostrados.

No que diz respeito às análises físicas, foi feita a caracterização textural de acordo com a Embrapa (1997) onde após agitação vertical por 16h, foi determinado o teor de argila e silte pelo método da pipeta, utilizando-se, como dispersante, solução de hidróxido de sódio, sendo que a areia foi determinada por pesagem e peneiramento, obtendo-se quatro frações (areias fina e grossa, silte e argila). As granulometrias foram pesadas e suas proporções plotadas no diagrama textural para obtenção da classe textural.

A mineralogia foi obtida por Difractometria de Raios X (DRX) onde foi utilizado Difractograma *X'Pert Panalytical* com radiação de $\text{CuK}\alpha$. A varredura contínua teve amplitude de 2 a 80 graus 2θ e velocidade de 0,5°/min. Foi obtida a mineralogia de amostras totais e da fração argila, no último caso separada através da dispersão com o auxílio de ultrasonografia. Os difratogramas foram interpretados no Software *X'Pert HighScore Plus* e através de padrões da literatura conforme Brindley & Brown (1980).

Para as descrições micromorfológicas, foram utilizadas lâminas delgadas e polida (amostras previamente impregnadas) observadas sob luz transmitida em Microscópio Óptico

Convencional. As descrições foram feitas utilizando os preceitos de Bullock et al (1985). Foram observados os seguintes aspectos na descrição micromorfológica Castro (2008).

- *Fundo matricial*, definido como o material ou matéria-prima que se encontra dentro dos agregados elementares ou composito solos apédicos (não agregados), constituindo-se freqüentemente de poros, esqueleto e plasma intra-agregados. Esses constituintes podem apresentar padrões de arranjo variáveis no interior dos agregados, dependendo da sua natureza e distribuição. Esses padrões são conhecidos como tramas e podem ser dos tipos: enáulica, porfírica, gefúrica, mônica ou quitônica.
- *Esqueleto*, definido como material mineral constituído por partículas maiores que 2 μm , granulometricamente são classificadas como areia e silte (ou limo). Constitui-se de minerais primários (quartzo, feldspatos, micas, entre outros), embora em alguns casos certas feições pedológicas, como por exemplo, nódulos, possam apresentar-se em abundância e se comportar como esqueleto (pseudo-areia ou pseudo-silte).
- *Plasma*, definido como o material constituído por partículas menores que 2 μm , granulometricamente classificadas como fração argila. O plasma pode conter minerais argilosos, matéria orgânica, sais, óxidos, hidróxidos, dentre outros. Algumas vezes, porém, o forte grau de cristalização do plasma pode atingir dimensões maiores que 2 μm , como no caso da gibbsita, sendo assim chamado de cristaliplasma, ou plasma crístico. As partículas do plasma em geral não podem ser unitariamente identificadas por microscopia óptica, necessitando para isso de corantes, difração de raios X, observação por microscopia eletrônica de varredura ou de transmissão, entre outros meios.
- *Poros*, definidos como os volumes “vazios”, isto é, orifícios ou aberturas desprovidos de materiais sólidos que atuam de diferentes formas, capazes de reterem líquidos (soluções) e/ou permitirem sua percolação, bem como a passagem de ar (gases), de animais, raízes, etc. Podem ter diversas origens, diferentes formas e dimensões e possuir diferentes “gerações”. A porosidade

do fundo matricial corresponde aos poros intra-agregados, mas há também a porosidade interagregados e transagregados. Na observação da lâmina convém discriminá-las sempre que possível, além de considerar que nos materiais apédicos a porosidade se situa intergrãos.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentadas as caracterizações macromorfológica, textural, mineralógica e micromorfológica do material utilizado como matéria-prima para a construção da parede de pau-a-pique na Igreja de São José, acompanhadas das respectivas discussões e comparações com as recomendações técnicas atuais.

4.1. CARACTERIZAÇÃO MACROMORFOLÓGICA

O material coletado apresenta aspecto maciço, com diferentes fragmentos de rochas e grãos monominerálicos envolvidos por uma massa argilosa de coloração 2,5Y 7/8, amarelada conforme a Classificação de Munsell (1994).

Os fragmentos de rocha possuem tamanhos variados, milimétricos a centimétricos, com formatos subangulares a placoidais. Alguns fragmentos possuem coloração prateada, enquanto outros são arroxeados a acastanhados. Destaca-se a presença de fragmentos de filitos e xistos, como as rochas presentes, e de muitos grãos de quartzo, como mineral isolado.

A massa amarelada que envolve os fragmentos de rocha e os grãos de quartzo possui aspecto argiloso, boa plasticidade quando úmida e é pouca pegajosa quando molhada. Quando seco, o material apresenta boa dureza, sendo difícil destorroá-lo com as mãos.

4.2. CARACTERIZAÇÃO TEXTURAL

A análise textural apresentou as seguintes proporções granulométricas: 63% de areia, sendo dividida em 37% de areia grossa e 26% de areia fina, 8% de silte e 29% de argila. A plotagem dos valores no diagrama textural (FIG. 16), sugere a textura franco-argilo-arenosa.

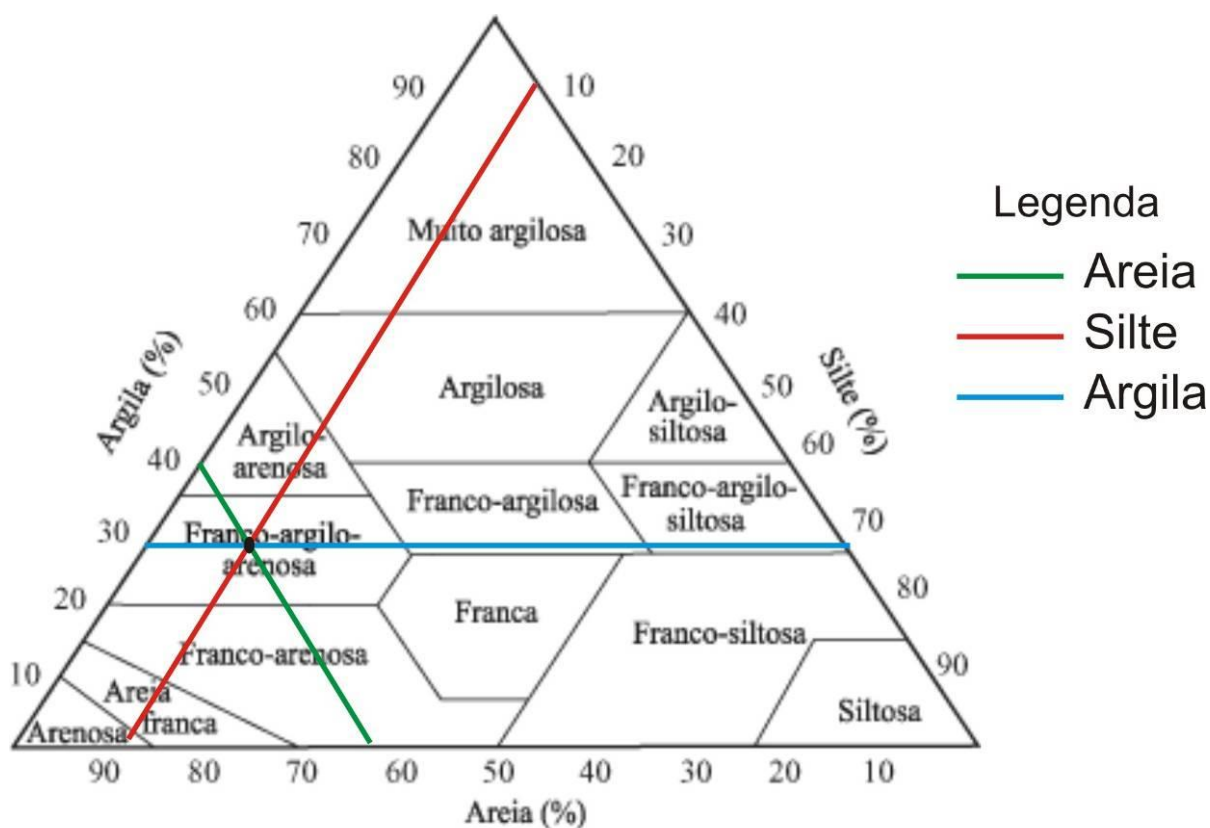


Figura 16: Diagrama textural com os valores de interseção das porcentagens de areia, silte e argila do material coletado e a respectiva classe textural do mesmo (Franco-argilo-arenosa).

4.3. CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA

Através da Difractometria de Raios X (DRX), foi possível reconhecer qual a composição mineralógica do material estudado.

Na análise do *pó total*, constituído pelas granulometrias areia, silte e argila, o difratograma (FIG. 17) apresentou picos que sugerem a presença de quartzo, muscovita, rutilo, augita e zeólita. Tais minerais referem-se, provavelmente, à fração areia e foram mais destacados por possuírem maior superfície para difração da radiação e, conseqüente, maior detecção.

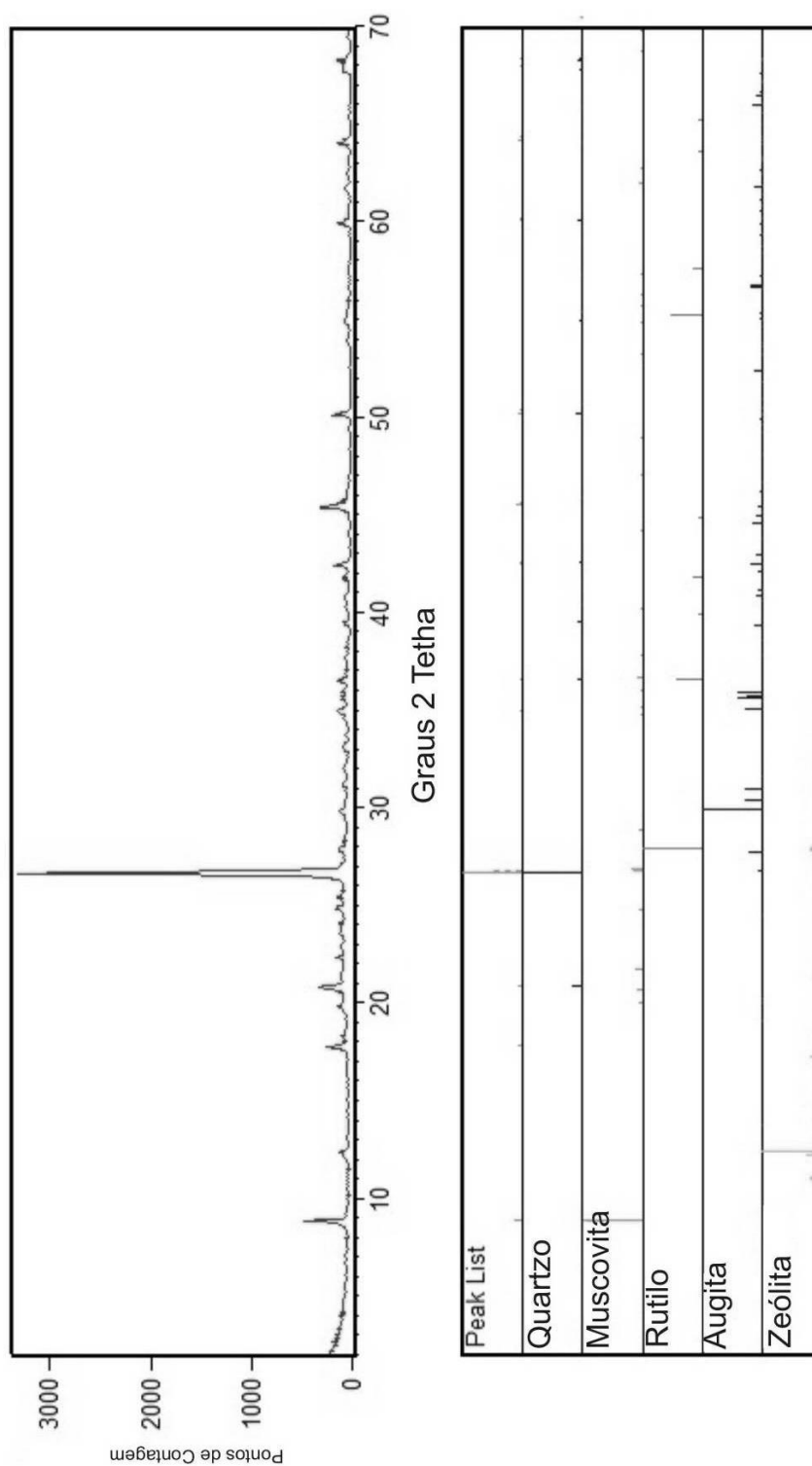


Figura 17: Difratoograma de Raios-X (radiação $\text{CuK}\alpha$) da fração pó total do material coletado evidenciado picos que indicam a presença dos minerais quartzo, muscovita, rutilo, augita e zeólita.

A análise dos picos do difratograma sugere que o quartzo aparece em maior quantidade, e que o rutilo pode estar associado a ele, ocasionalmente como inclusões na forma de agulhas. Algumas características de cada mineral identificado, apresentadas na literatura conforme Brindley & Brown (1980), são destacadas a seguir:

- *Quartzo* é um mineral de natureza dura, que possui grande resistência além de ser insolúvel e importante formador de rochas, é constituído por sílica cristalina. Sua fórmula é SiO_2 .
- *Muscovita* é um mineral claro, formado através de placas pertencente ao grupo das micas. É comum encontrá-la em muitas rochas, podendo ser encontrada como pequenas palhetas em solo de rochas graníticas que são essencialmente constituídas de quartzo e feldspato.
- *Rutilo* mineral de natureza frágil, geralmente de cor vermelha ou marrom cuja presença se dá como material incrustado em algum outro tipo de mineral como, por exemplo, o quartzo.
- *Augita* é um mineral do grupo dos piroxênios $(\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})(\text{SiO}_3)_2[(\text{Al},\text{Fe})_2\text{O}_3]$ comum em rochas ígneas básicas - ultrabásicas como: gabros, basaltos, olivina gabros, lamburgitos e peridotitos. Às vezes encontrada em gnaisses e granulitos.
- *Zeolita* constitui um grupo numeroso de minerais que possuem uma estrutura porosa. São conhecidos 48 tipos de zeólitas naturais e mais de 150 artificiais. Basicamente, são minerais de aluminosilicatos hidratados que possuem uma estrutura *aberta* que pode acomodar uma grande variedade de íons positivos, como o Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , entre outros.

Na análise mineralógica da fração argila (FIG.18), em específico, constatou-se também presença de quartzo, porém com baixa cristalinidade, e a permanência da zeólita comum nessa fração. Além disso, foi identificada a presença da caulinita. Trata-se de mineral pertencente ao grupo de argilominerais contendo silicatos de alumínio ou magnésio hidratados, podendo ocorrer em certos tipos outros elementos como ferro, potássio, lítio e outros. Caracteriza-se pela boa plasticidade, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem e compactação.

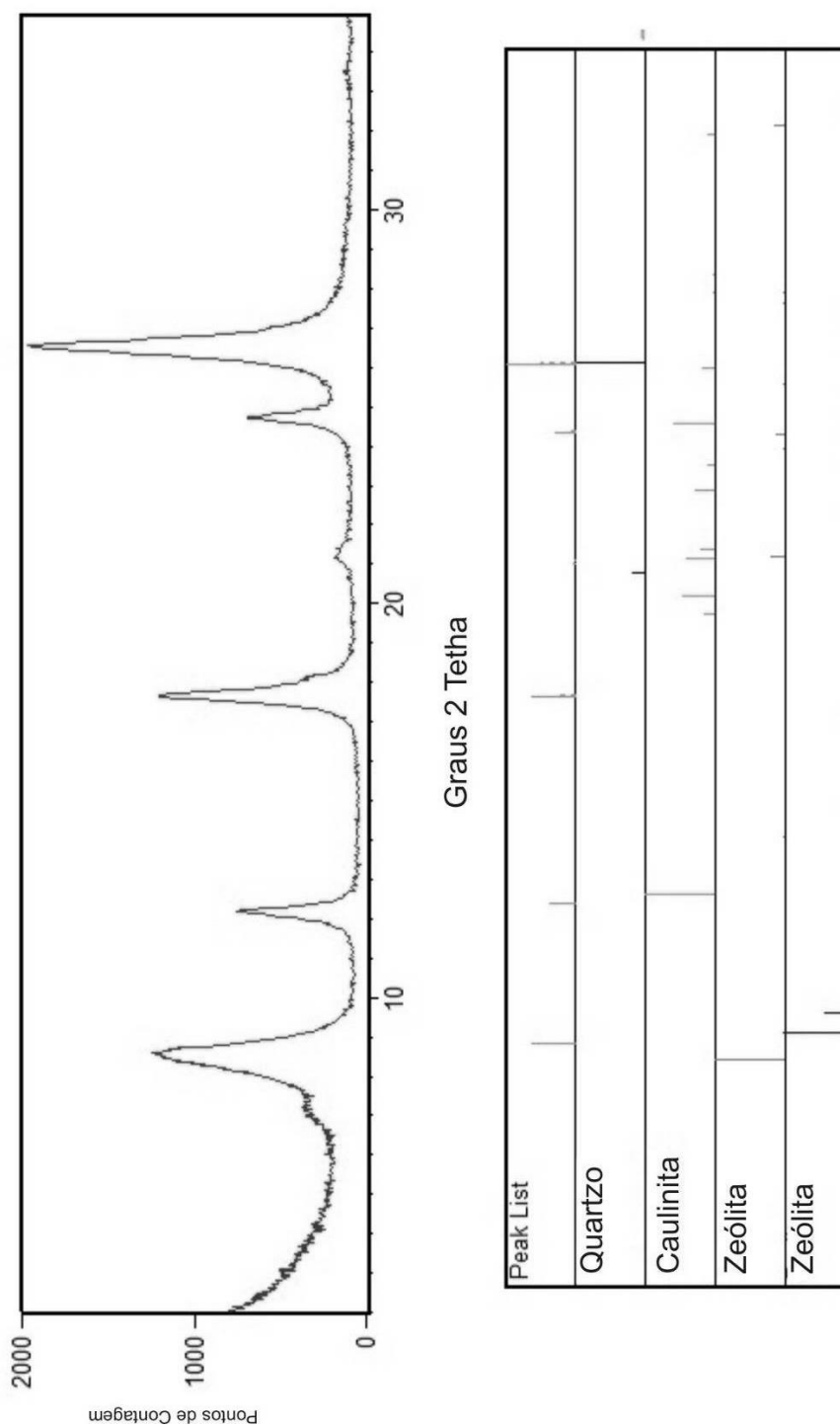


Figura 18: Difratoograma de Raios-X (radiação $\text{CuK}\alpha$) da fração argila do material coletado evidenciado picos que indicam a presença dos minerais quartzo, caulinita e zeólita.

4.4. CARACTERIZAÇÃO MICROMORFOLÓGICA

As análises micromorfológicas foram efetuadas a partir da observação de lâmina delgada em microscópio para reconhecimento das microestruturas. O material apresenta as seguintes características micromorfológicas:

- O fundo matricial é apédico (ausência de pedons, isto é, agregados) e apresenta uma trama do tipo porfírica (FIG. 19), que se caracteriza pelo envolvimento total do esqueleto pelo plasma.

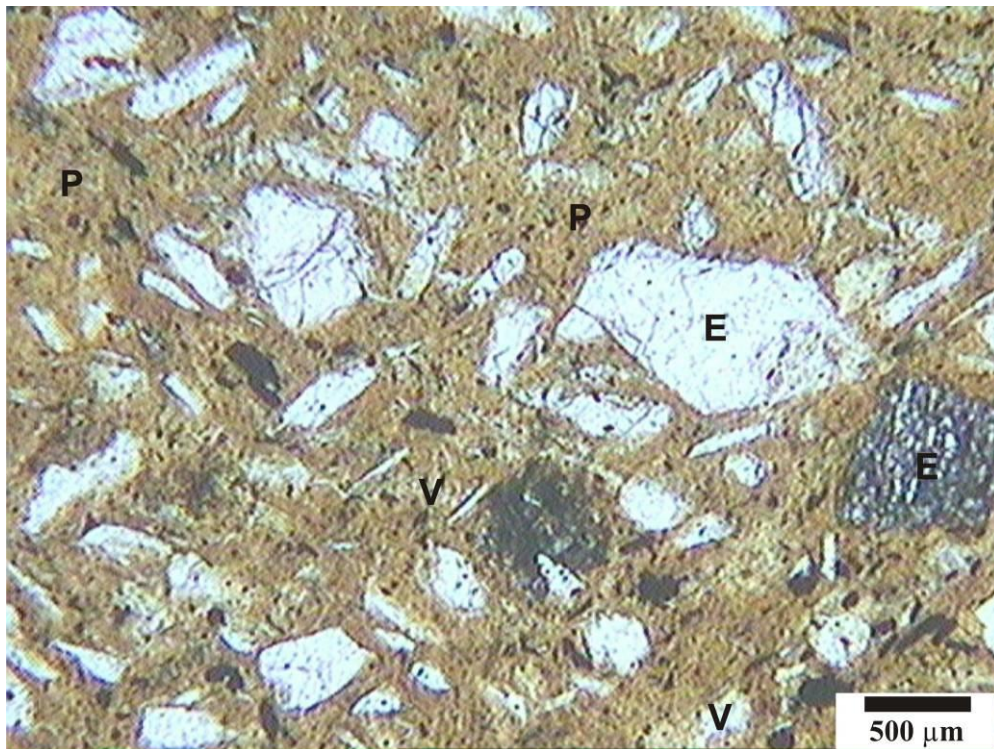


Figura 19: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) da trama porfírica, destacando a presença de P (Plasma), E (Esqueleto) e V (Poros).

- O esqueleto é caracterizado pela presença de grãos de areia fina e grossa de quartzo e muscovita (FIG. 20). Os grãos são angulares a subangulares e em alguns casos com formatos prismáticos, como plaquetas. Todos possuem contato abrupto com o plasma. Os grãos do esqueleto relativos ao quartzo apresentam-se muito fraturados (FIG. 21), ao passo que aqueles relativos à muscovita apresentam sinais de oxidação progressiva (FIGS. 22 e 23).

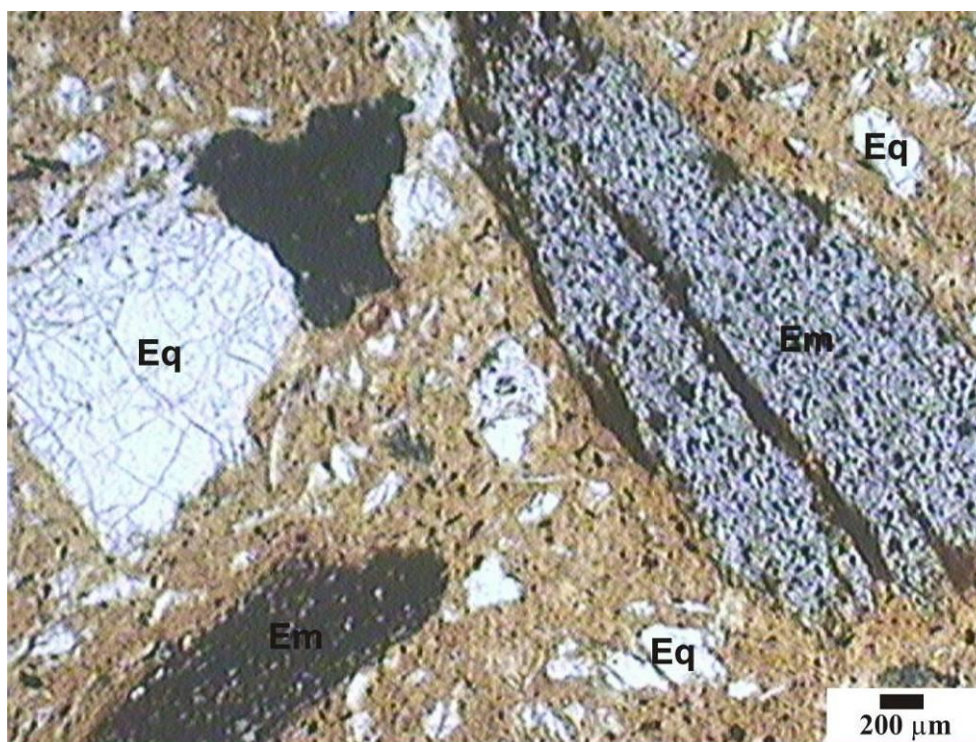


Figura 20: Fotomicrografia ao microscópio óptico (níveis paralelos) do grãos do esqueleto, destacando a presença de Eq (Esqueleto de quartzo) e Em (Esqueleto de muscovita).



Figura 21: Fotomicrografia ao microscópio óptico (níveis cruzados) de grão de quartzo (Eq – Esqueleto de quartzo) fraturado.

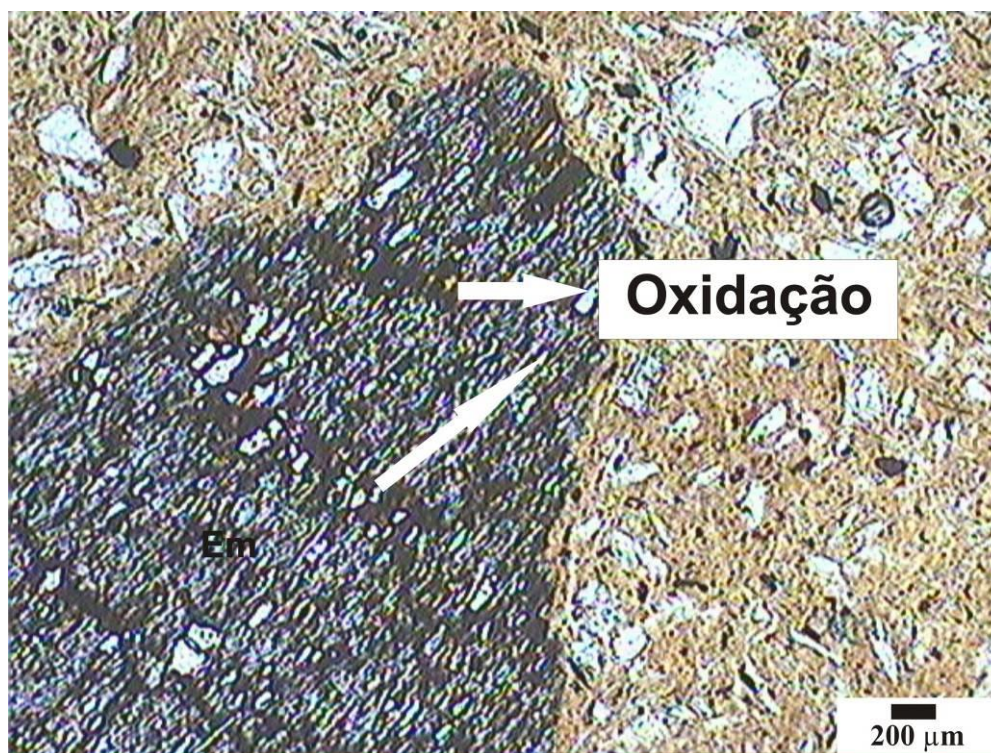


Figura 22: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) de grão de muscovita (Em – Esqueleto de muscovita) em processo de oxidação.

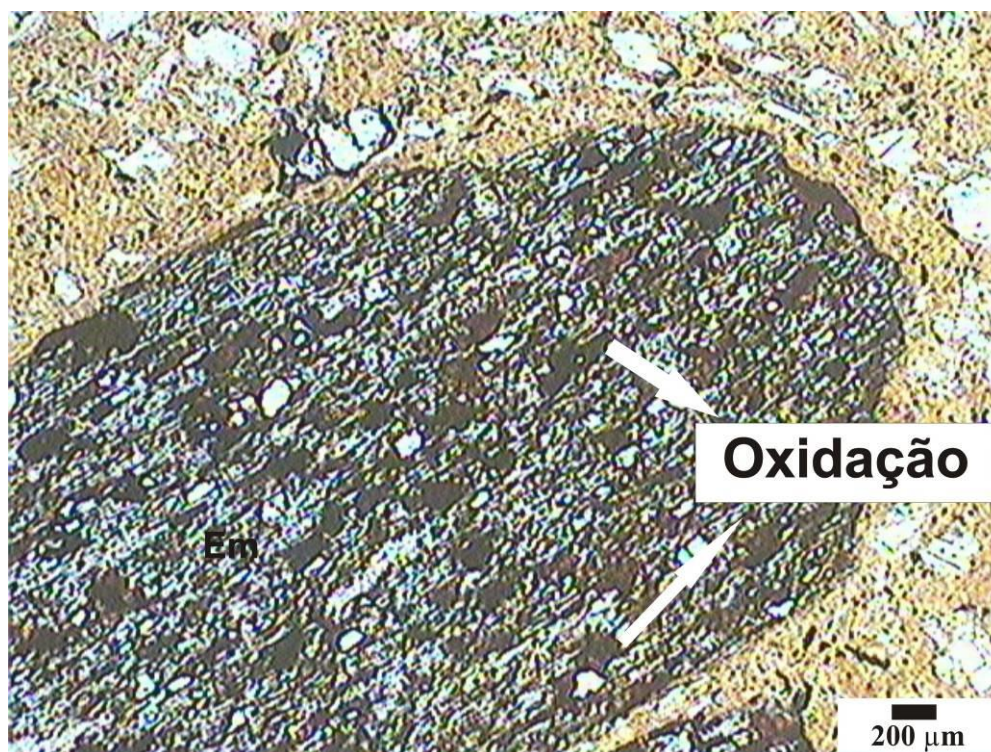


Figura 23: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) de grão de muscovita (Em – Esqueleto de muscovita) em processo de oxidação.

- O plasma é muito fino e apresenta coloração castanho-amarelada. Distribui-se uniformemente por toda a seção e apresenta como composição argilas caulínicas e matéria orgânica. Não é possível determinar a origem da matéria orgânica uma vez que o material contém grumos orgânicos, indicados pela coloração preta (Pmo). Pode-se, contudo, supor que se trata de restos orgânicos vegetais já decompostos e incorporados no plasma (FIG. 24).

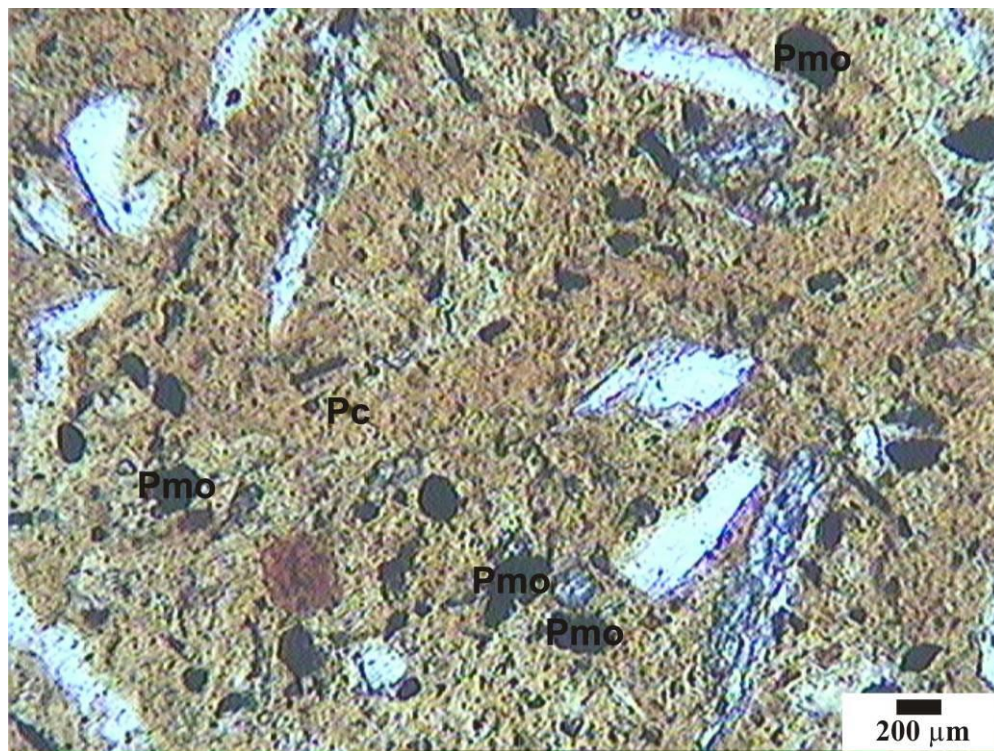


Figura 24: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) do plasma, destacando a presença da massa argilosa caulínica (Pc) e da matéria orgânica (Pmo).

O plasma possui forte orientação referida em relação aos grãos do esqueleto e aos poros, definidos o padrão de orientação relativa do tipo:

- *esquelssépico*: separações plásmicas paralelas às superfícies dos grãos (FIGS. 25, 26, 27 e 28).

Essa orientação, observada pelo brilho dourado da luz transmitida, indica organização das folhas (placas) que caracterizam a estrutura da argila e foram identificadas no microscópio através do cruzamento dos nícois.

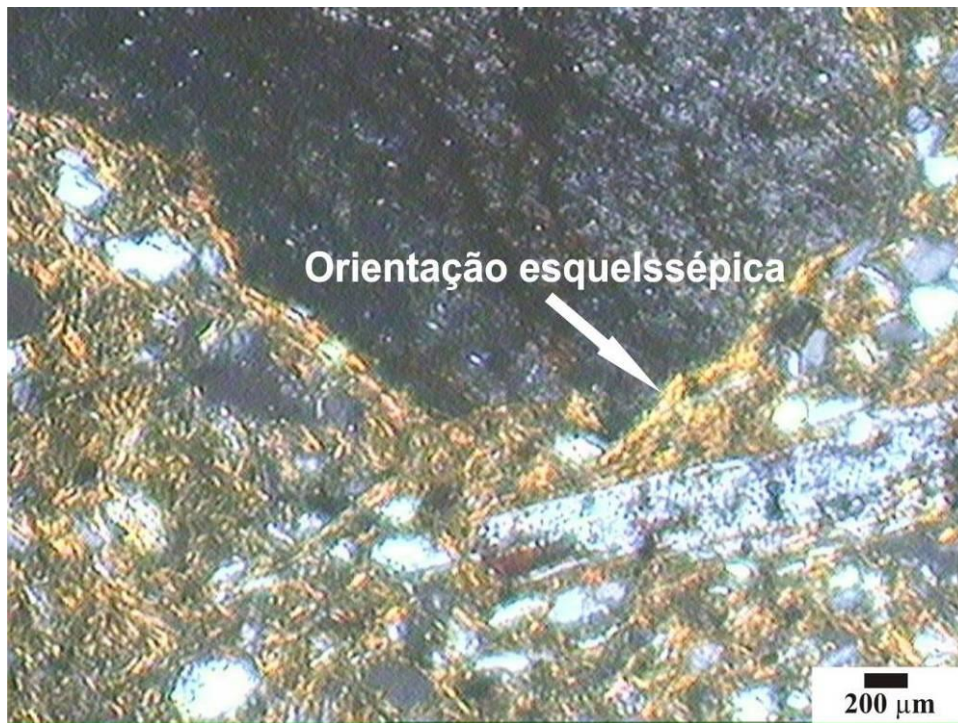


Figura 25: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) da orientação esquelssépica do plasma, envolvendo os grãos do esqueleto.



Figura 26: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) da orientação esquelssépica do plasma, envolvendo os grãos do esqueleto.

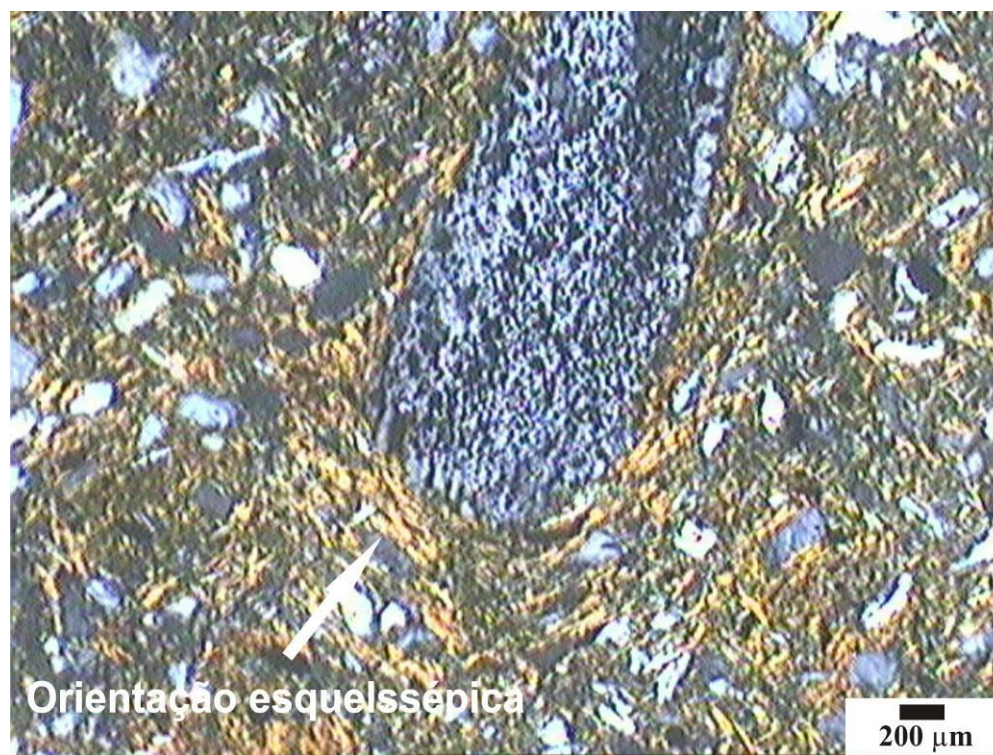


Figura 27: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) da orientação esquelssépica do plasma, envolvendo os grãos do esqueleto.



Figura 28: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois cruzados) da orientação esquelssépica do plasma, envolvendo os grãos do esqueleto.

- Os poros não são muito abundantes no material, estando restritos às áreas do entorno dos grãos do esqueleto (FIGS. 29 e 30).

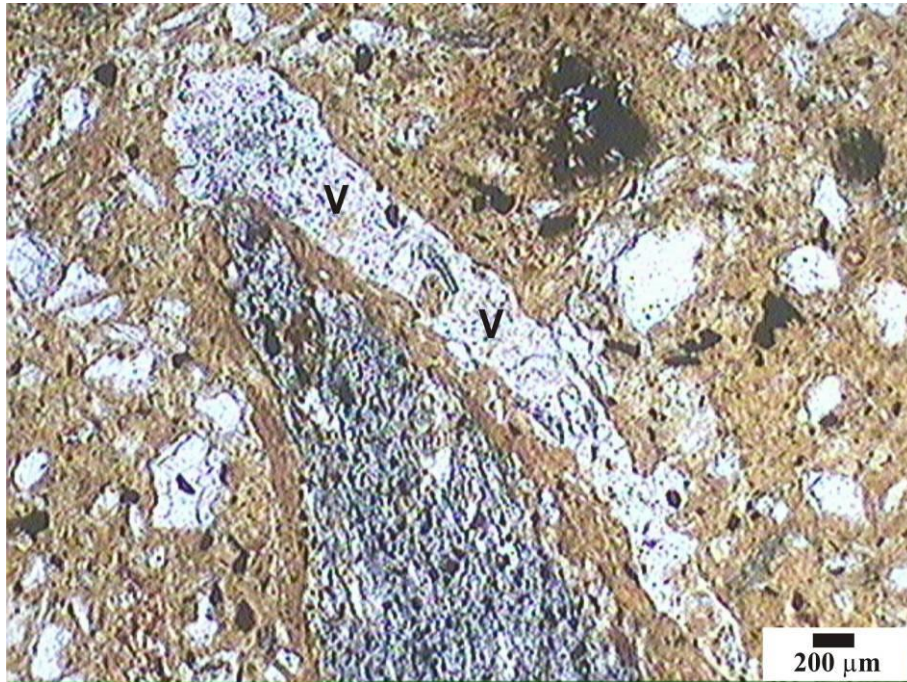


Figura 29: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) dos poros associados à superfícies dos grãos do esqueleto, sendo V = poro.

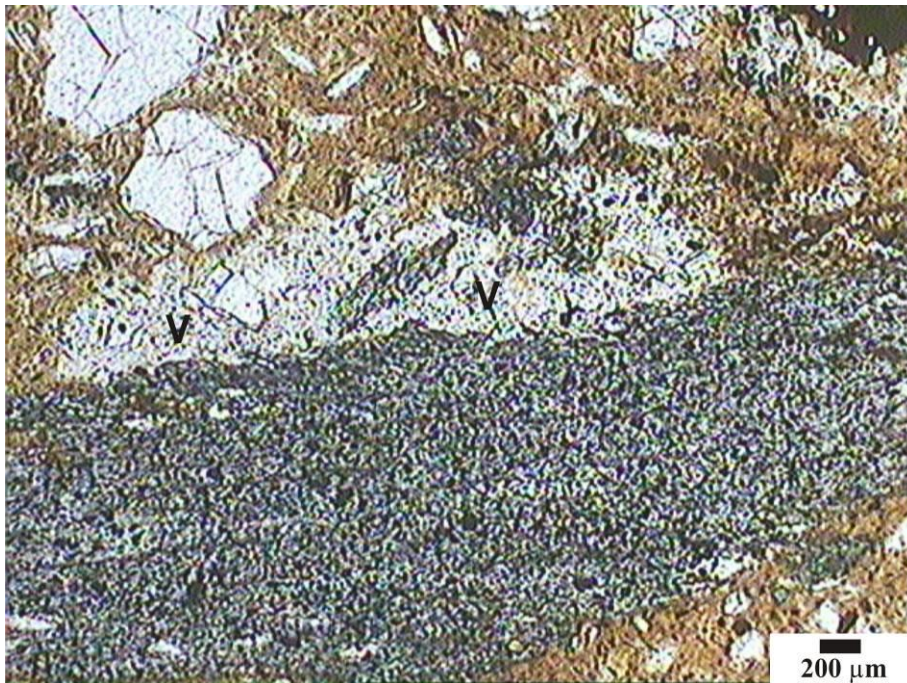


Figura 30: Fotomicrografia ao microscópio óptico (nícois paralelos) dos poros associados à superfícies dos grãos do esqueleto, sendo V = poro.

Os poros possuem dimensões variadas, predominando os poros medianos, com formatos que variam de achatados a elipsoidais. O sistema poroso pode ser definido como cavitário, sem conexão entre os poros, o que sugere que os mesmos estão isolados (FIG. 31).

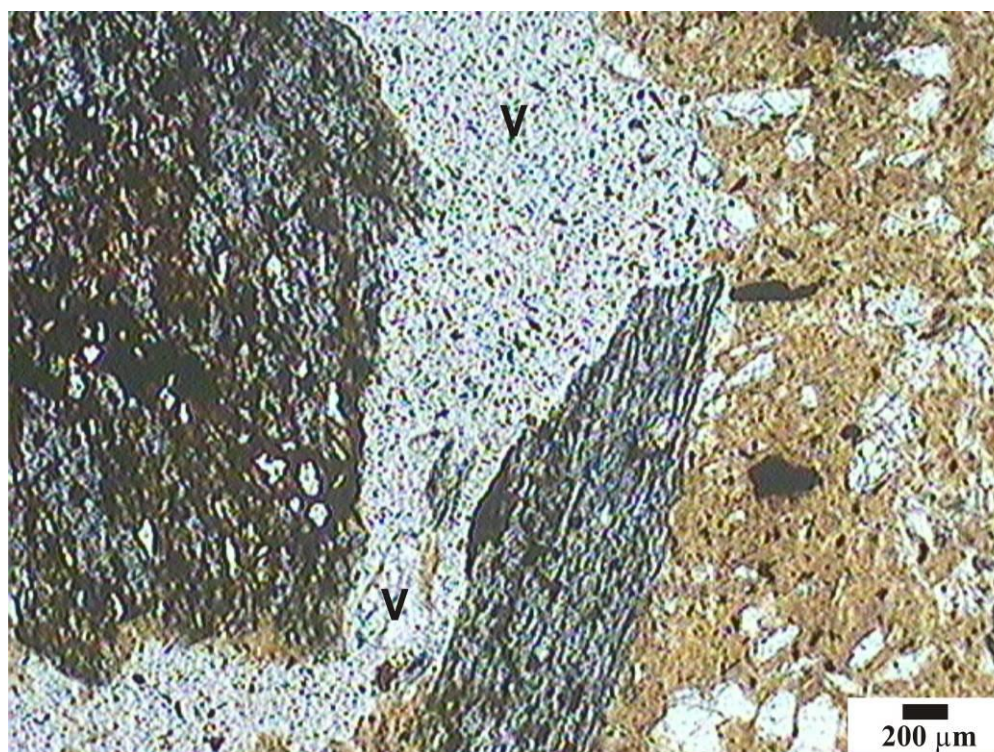


Figura 31: Fotomicrografia ao microscópio óptico (níveis paralelos) dos poros isolados no entorno dos grãos do esqueleto, sendo V = poro.

4.5. DISCUSSÃO

Os resultados encontrados permitem caracterizar o material terroso utilizado para a confecção da parede de pau-a-pique na Igreja de São José como heterogêneo e proveniente da misturas de diferentes matérias-primas, não sendo, nesse contexto, um tipo de solo apenas. Ainda assim, o tipo do material permite inferir que ele foi produzido com as misturas de matérias-primas locais, próximas, inclusive, ao local onde a Igreja está localizada.

Além disso, é permissível sugerir que, embora não existam referências sobre procedimentos técnicos padronizados na época, a experiência e a destreza dos construtores

proporcionaram a adequação da matéria-prima aos parâmetros hoje tecnicamente recomendáveis, tais como a textura ideal do material e as formas de construção das paredes.

Alguns argumentos justificam o exposto:

- A mineralogia encontrada retrata a mistura entre diferentes materiais, inclusive fragmentos de rochas. O conhecimento da geologia local e regional segundo Alkimim & Marshak (1998) revela que existem na amostra fragmentos de saprolito do Filito Cercadinho, muito comum na região da cidade histórica de Ouro Preto e do Xisto Sabará, muito comum no entorno da cidade. Além disso, o material apresenta considerável quantidade de grãos de quartzo, não comum em tais rochas, e cuja origem deve estar associada à mistura de areias quartzosas provenientes de sedimentos dos quartzitos da região. Há também a mistura do “barro” amarelo, rico em caulinita, que pode estar associado ao intemperismo dos filitos e que, ao que parece, era utilizado como material de liga juntamente com restos orgânicos.
- A textura do material encontrado enquadra-se nos padrões recomendados na atualidade por boletins técnicos para a fabricação do pau-a-pique de acorco com o Cenpha (1967), cujas proporções são de uma parte de argila para duas partes de areia. Considerados os resultados da análise textural, os valores de areia correspondem aproximadamente ao dobro dos valores de argila. Caso somente o material saprolítico do filito tivesse sido utilizado, não ocorreria essa proporção, sendo o material mais rico em argila e menos eficiente para a confecção da parede.
- A micromorfologia revelou feições que indicam que o material foi remexido e prensado, ainda que manualmente. Dentre tais evidências, destacam-se:
 - a) presença da trama porfírica;
 - b) poros raros e paralelos aos grãos dos esqueletos indicando esforços compressivos;
 - c) orientação das argilas no contato com os grãos dos esqueletos indicando

esforços compressivos;

d) grande quantidade de nódulos orgânicos, indicando que o material teve acréscimo de restos orgânicos alóctones, já que os materiais saprolíticos são muito pobres em matéria orgânica e a adição de material orgânico é recomendada mesmo na atualidade para preparação da massa;

e) disposição desorganizada e sem associação dos grãos dos esqueletos, indicando revolvimento do material para preparação da mistura.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do trabalho permite tecer algumas considerações:

- O material utilizado para construir a parede de pau-a-pique em estudo na Igreja de São José é heterogêneo, formado pelas misturas de diferentes matérias-primas (solos e saprolitos) e tem sua origem na própria região onde a Igreja foi construída. Possui fragmentos de diferentes rochas (sobretudo do Filito Cercadinho e do Xisto Sabará) envolvidos por grãos de quartzo e uma massa argilosa amarelada.
- A textura do material é franco-argilo-arenosa, apresentado na fração areia principalmente os minerais quartzo e muscovita e na fração argila principalmente o mineral caulinita. Possui sistema poroso incipiente, indicando compactação, com poros paralelos a superfícies dos grãos do esqueleto. Existem evidências da mistura de material orgânico em razão da presença de nodulações orgânicas.
- É provável que no período colonial as técnicas utilizadas para confecção das paredes de pau-a-pique, bem como a escolha e o preparo do material terroso para o mesmo fim, tenham sido muito semelhantes ao que pode ser encontrado na atualidade como recomendado pelo Cenpha (1967). Como se trata de uma cultura preservada principalmente pela oralidade, supõe-se que a maneira hoje praticada para a construção dessas paredes seja uma herança, com as respectivas adaptações inseridas ao longo do tempo, dos nossos construtores do passado.
- O resgate a revalorização do uso da técnica do pau-a-pique como um hábito construtivo ecologicamente contextualizado e acessível deve ser feito como maneira de preservá-lo culturalmente e garantir que muitas edificações possam usufruir do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIM, F.F., MARSHAK, S. Transamazonian orogeny in the southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, v. 90. 1998. p.29-58.

ALVARENGA, M.A.A. **Arquitetura de terra – Técnicas Construtivas**. Belo Horizonte. 1984. Digitado.

BARDOU, Patrick; ARZOUMANIAN, Varoujan. **Arquitectures de Adobe**. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, Espanha, 1979.

BELO HORIZONTE. **Arquivo 13ª SR – Pasta de Obras Antigas**. n.1 e 2.

BRINDLEY, G.W., BROWN, G. **Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification**. Monograph 5. Mineralogical Society, London, 1980.

BULLOCK, P.; MURPHY, C.P. (Eds.). **Soil Micromorphology**. In: **Proc. 6th Int. W. Meeting of Soil Micromorphology**. Berkamsted: AB Academic Publs.v. I-Techniques and Applications, v. II- Soil Genesis, 1985. 705p.

CANTARINO, C. **Construção Civil-Bioconstrução combina técnicas milenares com inovações tecnológicas**. Disponível em: <<http://www.inovacao.scielo.br>>. Acesso em: 14 de dezembro de 2010.

CENPHA – Centro Nacional de Pesquisas Habitacionais. **Sistemas Construtivos**. Cadernos do CENPHA, 01, 1967.

CUNHA, U.V.L. **Terra cimento: contribuição para o estudo da casa de baixo custo**. São Carlos. EESC-USP (Dissertação de Mestrado).

DEL BRENNNA, Giovana Rosso. **Para Arquitetos e não. Em CENTRE George Pompidou.** Avenir Editora Limitada, Rio de Janeiro, 1982.

DETHIER, Jean. **Arquitecturas de Terra. Triunfos e potencialidades de um material desconhecido.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian. 1993. 224 p.

DI MARCO, A.R. **Pelos caminhos da terra.** Projeto. 1984. p. 47-59. n 65.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

GUTIERREZ, R. M. **La casa de adobe costarricense.** Costa Rica. Publicaciones da Universidad de Costa Rica. 1972. Serie Ingenieria y Arquitectura. n 5.

HOUBEN, H.; GUILLAUD, H. **Earth Construction.** London. Intermediate Technology Publications. 1994.

IPHAN. **Roteiro para apresentação de Projeto Básico de Restauração do Patrimônio Edificado.** 1981.

LEMONS, Carlos A C. **Arquitetura Brasileira.** São Paulo. Melhoramentos: Ed. Universidade de São Paulo, 1979.

MILANEZ, Álvaro. **Casa deTerra – As técnicas de estabilização do solo serviço do homem do campo.** 1. ed. Rio de Janeiro: Serviço Especial de Saúde Pública-SESP.1958.

MUNSELL. **Soil Color Charts.** Maryland: 1994.

NOLASCO, Ney Ribeiro. **Cadernos de Ofícios–Alvenaria.** 3 v.: il.Ouro Preto. FAOP, 2008. p. 54-63.

PINTO, F. **Arquitetura de Terra – Que Futuro?.** In: 7ª Conferência Internacional Sobre o

Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra. Silves. ANAIS. Lisboa. 1993. DGEMIN. p 612-617.

SCHMIDT, C. B. **Construções de taipa - Alguns aspectos de seu emprego e de sua técnica.** In: Boletim de Agricultura. 1946. Série 47 A.

SILVEIRA, C.; GAMA, A. **Arquitetura de taipa.** Rio de Janeiro: Módulo. 1982. p 74-77.

SOUZA, Renato César José de. **Problemas de Conservação em Construções Típicas de Minas Gerais: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo.** Belo Horizonte. 1996. n. 4. p.103-120.

TRINDADE, Raimundo. **A Igreja de São José, em Ouro Preto (documentos do seu arquivo).** In: Revista do Patrimônio Artístico Nacional. Rio de Janeiro. N.13.1956. 197-?.

VASCONCELLOS, Diogo de. **História Antiga de Minas Gerais.** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1948.

VASCONCELLOS, Sylvio de. **Arquitetura no Brasil: Sistemas Construtivos.** 5 ed. rev. Belo Horizonte: Universidade de Minas Gerais. 1979. 186p.

VASCONCELLOS, Sylvio de. **Vila Rica: Formação e Desenvolvimento - Residências.** São Paulo: Perspectiva S.A.1977. 214p.