



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ANA DÁLIA FERNANDES COSTA

**ANÁLISE FÍSICO-MECÂNICA ENTRE BLOCOS DE ADOBE E CERÂMICO**

PAU DOS FERROS – RN

2017

ANA DÁLIA FERNANDES COSTA

## **ANÁLISE FICO-MECÂNICA ENTRE BLOCOS DE ADOBE E CERÂMICO**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Trícia Caroline da Silva Santana Ramalho (UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)

Co-orientador: Prof. Ms. Rogério de Jesus Santos (UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)

PAU DOS FERROS – RN

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

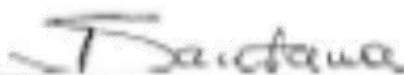
**ANÁLISE FÍSICO-MECÂNICA ENTRE BLOCOS DE ADOBE E  
CERÂMICO**

**ANA DÁLIA FERNANDES COSTA**

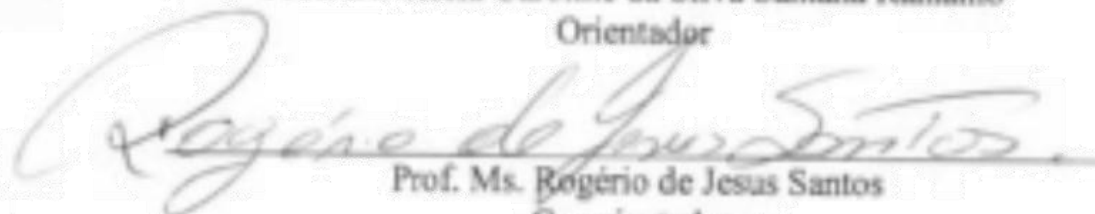
Monografia apresentada à Banca Examinadora  
do Curso Ciência e Tecnologia, da  
Universidade Federal Rural do Semiárido em  
cumprimento às exigências legais como  
requisito parcial à obtenção do grau de  
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

**APROVADA EM: 11 / 10 / 2017**

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. Trícia Caroline da Silva Santana Ramalho  
Orientador



Prof. Ms. Rogério de Jesus Santos  
Co-orientador



Prof. Jennef Carlos Tavares

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F837a    Fernandes, Ana Dália.  
          Análise físico-mecânica entre os blocos de adobe  
          e cerâmico / Ana Dália Fernandes. - 2017.  
          47 f. : il.

          Orientadora: Trícia Caroline Ramalho.  
          Coorientadora: Rogério de Jesus.  
          Monografia (graduação) - Universidade Federal  
          Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e  
          Tecnologia, 2017.

          1. Terra Crua. 2. Método construtivo. 3.  
          Edificações. I. Ramalho, Trícia Caroline , orient.  
          II. de Jesus, Rogério , co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais **Ruzenete da Costa Silva e Geraldo Fernandes de Oliveira**, por todo amor e incentivo, acreditando sempre no meu melhor.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por me proporcionar alcançar meus objetivos; estando presente em todos os momentos da minha vida me dando força, paciência e dedicação.

Aos meus pais, Ruzenete Da Costa Silva e Geraldo Fernandes de Oliveira, pelo apoio e esforço impagável; pela compreensão de sempre quando precisei me ausentar por causa dos estudos. A vocês dedico todo meu amor, orgulho e gratidão.

À minha orientadora, Trícia Caroline da Silva Santana Ramalho, pela orientação na construção deste trabalho. Obrigada pelos incentivos, pela disponibilidade, dedicação e paciência. És um exemplo de competência e comprometimento.

Ao meu co-orientador, Rogério de Jesus Santos, pela revisão do trabalho. Agradeço pelo carinho de sempre, por sua atenção dentro e fora de sala de aula. A você, minha admiração pelo excelente profissional e grande ser humano.

A todos os professores da UFERSA, que contribuíram com minha formação acadêmica e meu crescimento pessoal. Bem como, a todos os meus amigos, tanto de sala de aula, como os que me relacionei nesta etapa da minha vida.

Muito obrigada a todos, vocês são parte desta conquista!

*“Nem tudo está perdido como parece... sabe, coisas extraordinárias só acontecem a pessoas extraordinárias, vai ver é um sinal que você tem um destino extraordinário, algum destino maior do que você pode ter imaginado. ”*

**As Crônicas de Nárnia: A Viagem do Peregrino da Alvorada (C. S. Lewis).**

## RESUMO

Este estudo abrange uma problematização sobre o descaso em relação à restauração e conservação de edificações antigas de cunho cultural e de extrema importância para a história da sociedade. Dessa maneira, a história e as técnicas construtivas de época devem ser preservadas, no intuito de não se perder no passado ao ponto de serem consideradas apenas como meios sucessores das técnicas atualizadas. A realização dessa pesquisa contou com pesquisa bibliográfica e ensaios laboratoriais embasados na NBR 15270-3. O objetivo principal foi realizar uma análise comparativa entre blocos de adobe do Mercado municipal de Pau Dos Ferros/RN e blocos cerâmicos de oito furos. O intuito foi analisar as diferenças nas características físicas, químicas e mecânicas desses dois tipos de materiais. A pesquisa se estende aos métodos construtivos realizados entre o século XIX e XX, onde se destacam os métodos que utilizam a terra crua, como o adobe, e também a terra após o processo de queima, que é o caso dos tijolos cerâmicos. Para tanto, foi realizado um estudo de caso na cidade de Pau Dos Ferros/RN, a fim de examinar o tipo de material utilizado na construção do edifício histórico do mercado da cidade, e comparar em ensaios laboratoriais com os métodos construtivos tradicionais. Os resultados comprovam o que é constatado na teoria da pesquisa, sobre as características físicas, químicas e mecânicas dos dois materiais analisados, que aferem qualidades e falhas aos mesmos. Por fim, as considerações finais mostraram que os resultados obtidos foram satisfatórios, por estarem de acordo com o que foi extraído inicialmente na pesquisa bibliográfica, como o índice de absorção de água, as dimensões geométricas e a resistência mecânica dos blocos.

**Palavra chave:** Edificações. Métodos Construtivos. Terra Crua.



## **ABSTRACT**

This study includes a problematization about the neglect of the restoration and conservation of old buildings of a cultural nature and of extreme importance for the history of society. In this way, the history and the constructive techniques of the time must be preserved, in order not to be lost in the past to the point of being considered only as successor means of the updated techniques. The accomplishment of this research counted on bibliographical research and laboratorial tests based on the NBR 15270-3. The main objective was to perform a comparative analysis between adobe blocks of the municipal market of Pau Dos Ferros / RN and eight hole ceramic blocks. The aim was to analyze the differences in the physical, chemical and mechanical characteristics of these two types of materials. The research extends to the construction methods carried out between the nineteenth and twentieth century, where the methods that use the raw earth, such as adobe, and also the soil after the burning process, which is the case of ceramic bricks, stand out. A case study was carried out in the city of Pau Dos Ferros / RN, in order to examine the type of material used in the construction of the historical building of the city market, and to compare it in laboratory tests with traditional construction methods. The results confirm what is verified in the research theory, about the physical, chemical and mechanical characteristics of the two analyzed materials, which assess qualities and failures. Finally, the final considerations showed that the results obtained were satisfactory, since they were in agreement with what was extracted initially in the bibliographical research

**Keywords:** Buildings. Constructive Methods. Crude Earth.

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 – Técnica taipa de pilão
- Figura 2 – Pau a pique
- Figura 3 – Blocos de adobe
- Figura 4 – Alvenaria com blocos cerâmicos
- Figura 5 – Fluxograma do processo produtivo
- Figura 6 – Santuário Bom Jesus Matosinhos
- Figura 7 – Ruínas de São Miguel das Missões
- Figura 8 – Centro Histórico de Salvador/BA
- Figura 9 – Centro Histórico São Luís no Maranhão
- Figura 10 – Metodologia da pesquisa
- Figura 11 – Mercado Público em sua reforma
- Figura 12 – Enumeração dos corpos de prova
- Figura 13 – Medições geométricas
- Figura 14 – Secagem em estufa
- Figura 15 – Pesagem do bloco após imersão
- Figura 16 – Capeamento dos blocos
- Figura 17 – Corpo de prova na prensa elétrica
- Figura 18 – Tabela de medidas das faces dos blocos de adobe
- Figura 19 – Medida das faces do bloco cerâmico
- Figura 20 – Tabela da área bruta dos blocos de adobe
- Figura 21 – Área bruta dos blocos cerâmicos
- Figura 22 – Absorção de água do tijolo de adobe
- Figura 23 – Absorção de água do bloco cerâmico
- Figura 24 – Resistência à compressão do tijolo adobe
- Figura 25 – Resistência à compressão do bloco cerâmico

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas

**UFERSA** - Universidade Federal Rural do Semi-Árido

## SUMÁRIO

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                        | <b>14</b> |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>                                                         | <b>16</b> |
| 2.1 GERAL .....                                                                  | 16        |
| 2.2 ESPECÍFICOS .....                                                            | 16        |
| <b>3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....</b>                                               | <b>17</b> |
| <b>4 MATERIAIS UTILIZADOS .....</b>                                              | <b>24</b> |
| <b>5 A PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS NO BRASIL<br/>.....</b> | <b>28</b> |
| <b>6 METODOLOGIA.....</b>                                                        | <b>32</b> |
| <b>7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>                                          | <b>38</b> |
| <b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                               | <b>43</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                         | <b>45</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata da importância adquirida sobre a preservação das edificações de cunho histórico e cultural, como também as formas de construção das mesmas. Uma construção de época representa uma confirmação da história vivida pelos antepassados, é considerada patrimônio cultural de valor para a sociedade que vive no mesmo local, e necessita de cuidados para a sua conservação e proteção contra a degeneração com o tempo e com os fatores climáticos, como chuva, insolação e vento.

Sobre isso, de acordo com Braga (2003) o conhecimento das técnicas construtivas das edificações históricas é fundamental para a escolha dos procedimentos adequados a serem utilizados na conservação e restauração destas edificações. Braga conclui que, não apenas para o entendimento do processo de degradação das fábricas construtivas e de um diagnóstico preciso, mas também para a consolidação das mesmas, o procedimento histórico é sempre mais compatível do que o fornecido pelas modernas tecnologias, pois oferece, maior compatibilidade entre o que é oriundo do original e o que provém da intervenção.

Seguindo a opinião de Braga (2003), um conhecimento adequado das técnicas construtivas empregadas em uma determinada edificação, aliado ao conhecimento histórico sobre as mesmas e sobre os materiais de construção, é extremamente valioso para a datação desta obra e pode prestar importantes contribuições para a filiação da mesma.

Essa importância ao conhecimento prévio das técnicas construtivas das edificações históricas se dá por que toda intervenção, seja ela de cunho conservativo, de restauração ou manutenção, modifica, de alguma forma, as características presentes na edificação. Isso porque, na maioria das vezes, os próprios profissionais responsáveis pelos projetos e pelas obras de intervenção não conhecem devidamente as técnicas construtivas e as características dos materiais que os compõem, além de não saberem interpretar as manifestações das degradações existentes.

Os materiais utilizados e técnicas construtivas dos prédios históricos variam em função de sua disponibilidade e do domínio da sua utilização na época. Inicialmente feitos artesanalmente, materiais como a madeira e a pedra serviram para a construção das primeiras moradias. As técnicas construtivas de taipa de pilão, pau-a-pique e adobe também foram muito utilizadas. Com a evolução das cerâmicas, os materiais cerâmicos passaram a compor elementos característicos das construções, principalmente substituindo as pedras nas alvenarias. Conforme Brock (1994) o processo de queima dos blocos de argila nasceu

provavelmente com a observação de que tijolos próximos ao fogo do fogão se tomavam mais duráveis.

Segundo Moreira (2009), um dos recursos mais antigos e mais amplamente utilizados pelo Homem como material de construção é a terra crua. Que ainda hoje, em diversas regiões do mundo, a terra crua é usada na construção das habitações, traduzindo a identidade, a história, a cultura e a forma de vida de várias populações. É de extrema importância preservar não apenas as edificações construídas com a técnica milenar da terra, mas principalmente o conhecimento a respeito desta.

A construção civil, seus métodos e materiais tiveram ao longo dos anos avanços significativos, que contribuíram para a constituição da paisagem contemporânea, mas que por outro lado, levaram ao declínio a utilização de técnicas construtivas e de materiais tradicionais. A inserção de novos componentes, materiais, técnicas e ferramentas possibilitou o surgimento de edificações mais complexas, construídas em menor tempo, por exemplo, ilustrando um desenvolvimento franco da área da construção civil. Entretanto, as contribuições e lições deixadas pelas técnicas e materiais tradicionais não podem ser ignorados, pois é através dos estudos históricos que se pode compreender os avanços atuais. Dessa maneira, torna-se primordial a realização de pesquisas que envolvam essa temática.

Nesse estudo, foi também abordado os métodos construtivos que passaram entre os séculos XIX e XX que se adequaram as condições climáticas e culturais de suas regiões, enfrentando o avanço tecnológico e as mudanças em prol da evolução civil, tendo como amostra de estudo a cidade Pau Dos Ferros/RN. Serão discutidos os métodos utilizados, matéria prima e mão de obra.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

- ✓ Discutir o método construtivo e materiais utilizados na construção do Mercado Público da cidade de Pau dos Ferros/RN.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Investigar os materiais utilizados na construção do mercado público de Pau dos Ferros;
- ✓ Compreender o método construtivo do edifício do mercado público;
- ✓ Fazer ensaios laboratoriais com os corpos de prova dos materiais construtivos do mercado popular;
- ✓ Fazer análises comparativas entre os métodos construtivos contemporâneos e os tradicionais;

### 3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Desde a antiguidade o ser humano necessita usar suas habilidades para a sua própria sobrevivência, que vai desde de alimentação quando se depende de métodos para plantio e o domínio da agricultura, até o momento de se proteger do meio externo ou de outros grupos rivais, ou como marcar território com a construção de suas próprias moradias. Contudo, com o aumento da população essas necessidades se intensificaram e a busca da sobrevivência resultou em evoluções históricas no meio da construção civil.

A construção com terra crua é uma técnica construtiva que utiliza o solo sem passar pelo processo de queima (cozimento). A utilização de terra crua como técnica de construção, é uma prática muito antiga, que ultrapassa milhares de anos, e é uma alternativa que preserva o meio ambiente, diferente dos métodos que solicita o desmatamento e a poluição do ar. Além da vantagem de matéria prima em baixo custo e ser reutilizado, o manuseio desse material requer ferramentas simples como também pouco processamento e não exige técnicas complexas. O solo é o seu principal material de construção. Segundo Moreira (2009), a terra é considerado um recurso inesgotável e a sua utilização como material de construção não contribui para a eliminação dos ecossistemas já que a terra fértil e arável não deve ser utilizada na construção. Trata-se, pois de um material fácil de trabalhar e duradouro, se tomadas às devidas precauções.

As técnicas tradicionais baseadas no uso da terra crua são artesanais, visto que utilizam materiais disponíveis no próprio local da construção e recursos locais; e por essa razão, apresentam normalmente variações acentuadas de região para região, podendo mesmo haver diferenças significativas entre construções situadas em terrenos próximos (GONÇALVES;GOMES,2012).

De acordo com Matos (2012), dentre os materiais e tecnologias ditos não convencionais, a terra crua tem lugar de destaque devido às suas propriedades, técnicas construtivas e possibilidade de renovação.

Sobre os aspectos ecológicos, em termos de poluição e degradação do ambiente, a construção com terra oferece um cenário bastante positivo, pois não consome energias não renováveis, não necessita de transporte, não contribui para a degradação da paisagem nem para a redução dos recursos inertes, utiliza pouca água, não produz subprodutos e tem a vantagem de ser reciclável. (RODRIGUES,2007)

Termicamente, a terra crua apresenta desempenho superior ao de muitos outros tipos de materiais, visto que suas propriedades hidrotérmicas permitem que a edificação respire,



sem causar condensações, ocasionando ainda outros benefícios como a economia de energia em aquecimento ou arrefecimento. Isto é, as propriedades do barro garantem o conforto térmico tanto no verão, quanto no inverno, visto que a umidade é mantida nos níveis ideais (JALALI;EIRES,2008).

Avançando para meados do século XIX, no Brasil, pela vasta disponibilidade de matéria prima, existiram vários métodos construtivos, de acordo com a necessidade particular, climática ou social, se adequando a cada caso. Entre os métodos construtivos destacam o uso de taipa de pilão, pau-a-pique, adobe, alvenaria e tijolos cerâmicos. O uso de cada método está relacionado ao determinado tipo de solo presente e o uso da cultura adquirida na região.

A taipa de pilão é uma técnica que utiliza a terra úmida, comprimida por meio de compactação manual ou com a ajuda de um pilão, que é depositada em uma fôrma com formato de madeira denominado de taipal. Primeiro se peneira a porção necessária do solo, e acrescenta água até o ponto de umidade ideal, se comprime a terra em seu molde e deixa secar ao ar livre. Na hora da mistura pode ser adicionado algum aglomerante para melhorar as características do material. A taipa é um processo simples de construção, mas que requer muito cuidado.

Segundo Jalali e Eires (2008), a taipa é uma técnica de construção com aplicação de um solo mais seco, de consistência de terra úmida, compactado entre taipais (tradicionalmente tábuas de madeira); por essa razão, esta técnica se encontra com maior frequência onde a água não é abundante. A Figura 1 mostra como se caracteriza essa técnica.

Figura 1 – Técnica taipa de pilão



**Fonte:** Alberto (2012)

De acordo com Silva (2000), outro tipo de construção com o uso da taipa, é a taipa de mão, também conhecida como pau-a-pique, pescoção, taponá, sopapo, taipa de sebe, entre outros, variando conforme as diferentes regiões do país.

Define-se como pau a pique “parede feita de ripas ou varas entrecruzadas, e barro” (PAU A PIQUE, 2017). É uma técnica de construção de aparência rústica, milenar e de baixo custo. Consiste na fixação de madeiras colocadas vertical e horizontalmente no solo, amarradas por cipós, cordas ou com pregos, formando assim um painel de madeira entrelaçado, que quando preenchido com barro transformam-se em uma parede. A figura 2 mostra como é feito o procedimento de pau a pique.

Figura 2 – Pau a pique



**Fonte:** Lúcio (2015)

A técnica construtiva com o adobe é um pouco parecida com a de taipa de pilão, onde se mistura a terra crua com água, se compacta em fôrmatos de madeira e se coloca ao sol para a secagem, sem a necessidade de queima. No adobe além da utilização do solo é acrescentado estrume e fibra vegetal, sendo misturados manualmente ou pisoteando, sentindo a textura do barro para que chegue ao ponto ideal. A utilização de fibras permite reduzir os efeitos de retração, ao longo da etapa de secagem ao mesmo tempo que contribui para melhorar a distribuição das tensões de retração e aumentar a resistência mecânica da terra (alguns estudos referem que a adição de fibras representa um acréscimo na resistência à tração de cerca de 15%)(MOREIRA,2009).

Após a secagem, os tijolos de adobe são despojados por cima de uma fundação feita com pedras, do próprio local de construção, para evitar que os mesmos entrem em contato com a umidade do solo. A argamassa de assentamento do adobe é feita com a terra do próprio local de construção e água. Na Figura 3 é ilustrado um tijolo de adobe.

Figura 3 – Blocos de adobe



**Fonte:** Marcelo (2010)

Alvenaria é um método construtivo de fazer muros e paredes, considerado “bruto”, pois resume em juntar pedras, tijolos ou blocos, sobrepostos uns sobre os outros, com a presença ou não, de argamassa para a ligação. Seu objetivo principal é a resistência aos esforços de compressão.

De acordo com Santos (2014) o sistema de alvenaria é construtivo cuja utilização remota no início da atividade humana (aproximadamente 4000 a. C.) na construção para vários fins; e até hoje existem obras que estão desafiando o tempo e representam verdadeiros monumentos com grande importância histórica e que utilizaram sistema de blocos. A Figura 4 mostra como é feita a técnica de alvenaria utilizando blocos cerâmicos.

Figura 4 – Alvenaria com blocos cerâmicos



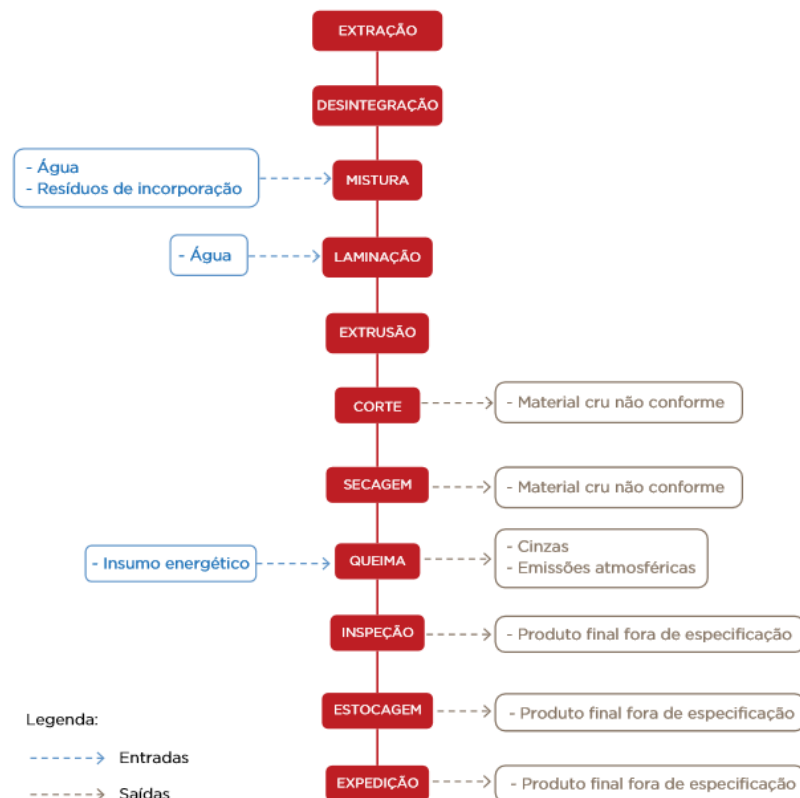
**Fonte:** Sergio (2016)

Os tijolos cerâmicos são feitos com a mistura de argilas, onde a essa mistura é adicionado água e inserida aos moldes de tijolos. Logo em seguida é levado a secagem e após acontece o processo de queima. Esses tijolos cerâmicos são usados com o método de alvenaria, sendo sobrepostos uns sobre os outros, interligadas por massa de cimento. Ideal para a construção de paredes, muros e pavimentos.

As etapas em geral para a fabricação dos blocos cerâmicos de acordo com Costa (2011), são:

- Seleção das materiais-prima;
- Definição em laboratório do produto que será produzido industrialmente;
- Preparação da matéria-prima;
- Britagem e moagem da matéria prima;
- Mistura e umidificação;
- Estrusão, corte e identificação das unidades;
- Secagem no início do forno;
- Queima no meio do forno em túnel;
- Paletização para expedição.

Figura 5 – Fluxograma do processo produtivo



**Fonte:** Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha (2013)

Os autores Stachera Jr e Casagrande Jr (2006) expõem apreensão com este método de fabricação, uma vez que este setor tem grande parte de contribuição na situação de degradação ambiental atual já que chega a consumir mais de 50% dos recursos naturais, e tem demonstrado descaso aos grandes problemas ambientais como se observa no setor de cerâmica vermelha. Para os autores, a indústria cerâmica vermelha fornece grandes volumes de materiais de construção utilizados nas obras civis, que produzem grandes volumes de recursos naturais e energia.

## 4 MATERIAIS UTILIZADOS

Em meados do século XIX as técnicas construtivas se voltavam diretamente ao uso do barro (terra crua) como matéria prima principal. O Brasil como um país rico em solo argiloso (composto em sua maioria por argila) aderiu vários métodos construtivos com base nesse mineral. Com suas características, de baixo custo, e garantindo conforto térmico, foi muito utilizado no norte do país.

De acordo com Barbosa e Ghavami (2007), existem várias técnicas de edificações em terra no mundo inteiro, divididas basicamente em três grupos: alvenaria, monolíticas e mistas. Ainda conforme os autores citados, os tipos de construções com terra crua que se destacam no Brasil são: taipa – que pode ser taipa de pilão (monolítica) ou taipa de mão (mista); adobe (alvenaria); blocos de terra comprimidos ou tijolos prensados de terra crua (alvenaria).

Nesse mesmo século, o método construtivo usado na cidade Pau Dos Ferros-RN, era o adobe. Pelas condições climáticas presentes na cidade, de altas temperaturas e baixa umidade, o tijolo de adobe considerado uns dos materiais mais antigos, causa conforto térmico por causa da sua composição (terra crua, água e palha) e espessura.

Como explica Moreira (2009), a palha permite acelerar o processo de secagem (pois os canais das suas fibras permitem a drenagem da água para o exterior do material), reduzir a massa volumétrica do material e favorece o comportamento acústico, no entanto tem a desvantagem de se desagregar quando exposta à ação da humidade por períodos longos.

Dessa forma, o bloco de adobe atrapalha a passagem de calor, deixando o interior das casas com temperaturas mais amenas, evitando a variação térmica causada nessas condições climáticas, onde durante o dia é dotado de altas temperaturas e à noite possíveis quedas na temperatura. A construção com utilização de tijolos de terra é ideal no que se refere à questão de isolamento térmico, e produz menos emissões de gases nocivos à natureza quando comparados a uma construção normal (HOMETEKA, 2014).

Segundo o designer André Soares, um dos fundadores do EcocentroIpec, em Pirenópolis-GO, em seu livro Soluções Sustentáveis – Construção Natural, "A terra crua regula a umidade ambiental: o barro possui a capacidade de absorver e perder rapidamente a umidade que os demais materiais de construção." (André Soares, 2007, p.15)

Para Araujo (2009) a capacidade de manter a temperatura interna agradável é uma característica que torna essa técnica mais atrativa, principalmente no Nordeste do Brasil onde as temperaturas são elevadas e a sensação térmica muito desagradável.

O bloco de adobe é adequado para o uso na cidade de Pau Dos Ferros-RN, reconhecendo o critério de recomendação sobre somente em locais de baixa umidade, já que o barro quando não cozido se desintegra facilmente em contato direto com a chuva, torna-se novamente plástico. Nesse sentido, as condições climáticas da capital do alto-oeste se enquadra perfeitamente nas advertências no uso do adobe, pertencente ao semiárido quente.

Para Jalali e Eires (2008), o adobe é um dos sistemas mais comuns, talvez pela sua facilidade de fabricação, e é utilizado em locais onde é possível encontrar água, uma vez que é necessário um solo plástico e argiloso. Ainda conforme os autores, a fabricação consiste na moldagem de pequenos blocos, utilizando moldes em madeira, que são desmoldados ainda no estado fresco e colocados para secar à temperatura ambiente.

Mesmo que o uso de terra crua como material de construção tenha sido deixado de lado em meados do século passado, a construção em terra crua parece querer ressurgir fortemente com a prática da construção sustentável.

Com o passar do tempo as construções com o barro diminuíram no mundo inteiro, devido a várias ideias contra a sua utilização, como a necessidade de mão-de-obra abundante, não podendo ser utilizado em construções de vários pavimentos, por ser um método que requer proteção contra umidade e como cita André Soares em seu livro “Não é um material de construção padronizado: sua composição depende das características geológicas e climáticas da região. Por isso composição, resistências mecânicas, cores, texturas e comportamento podem variar.[...]”(André Soares,2007,p.15).Nesse momento métodos construtivos mais eficientes e resistentes ganharam espaço e prioridade nas construções até hoje.

No que se refere às desvantagens existentes, os principais fatores que limitam a utilização de terra em edificações são as alterações relacionadas à água e a estrutura (LOURENÇO;BRITO;BRANCO, 2002). Ainda segundo os autores, o princípio básico de construir em terra é evitar o contato entre as paredes e o solo, pois a terra, mesmo quando estabilizada com cimento, é suscetível a ação da água e diminui a sua capacidade de resistência, podendo ocorrer baixa resistência mecânica a compressão e a tração.

Segundo Lourenço, Brito e Branco (2002), em geral, as construções em terra terão que ter em conta, tanto no processo de concepção como no de construção, as suas limitações e fragilidades face aos esforços horizontais dos sismos e aos movimentos de translação, balanço, torção, e às deformações que sofrem simultaneamente. Para os autores, os problemas estruturais normalmente aparecem em decorrência de uma má concepção estrutural ou devido solicitações muito fortes, como: ações sísmicas, movimento da fundação, entre outros.



Avançando para o século XX, as construções civis na cidade de Pau Dos Ferros-RN adquiriram o uso do tijolo cerâmico, um método que difere muito do adobe, principalmente porque esse passa pela etapa de queima em fornos, sendo ocasionado o desmatamento e a liberação de gás carbônico no ar. Segundo Oliveira (2011) o processamento térmico é de fundamental importância para obtenção dos produtos cerâmicos, pois dele dependem o desenvolvimento das propriedades finais destes produtos. Outra desvantagem é o transporte, sabendo que a fabricação do tijolo de adobe é feito no mesmo local da construção, o tijolo cerâmico não tem essa facilidade de fabricação, tendo que ser transportado.

Apesar das desvantagens os blocos cerâmicos apresentam características vantajosas; entre elas estão:

- Boa resistência à compressão;
- Resistência ao fogo e à penetração da chuva;
- Precisão dimensional;
- Isolamento térmico e acústico;
- Flexibilidade para a estética.

De acordo com Costa (2011) os blocos cerâmicos foram bem aceitos pelo mercado, e são vistos como matéria-prima abundante em nosso País, e tem capacidade de reduzir custos de obras quando utilizados adequadamente nos projetos.

A cerâmica trata-se de materiais inorgânicos, o que quer dizer que são menos sensíveis a umidade, uma qualidade referente ao adobe. Os cerâmicos como materiais de construção na engenharia passam por um tratamento em temperaturas elevadas para a sua utilização. O bloco é usado na construção de edifícios, na alvenaria estrutural, na construção de paredes dentre outros projetos na engenharia civil. São mais resistentes que o tijolo de adobe, não precisa da presença de estruturas de concreto armado, e suporta uma edificação de vários pavimentos.

Apesar de ser um bom isolante acústico, resistente ao fogo e a penetração de chuvas, os blocos cerâmicos não têm a mesma facilidade de conservar a temperatura no interior das casas, como o adobe. Por ter sua espessura menor, uma parede feita de tijolo cerâmico facilita a passagem de calor, absorvendo as altas temperaturas no verão, ou de lugares quentes.

A condutibilidade térmica das paredes feitas com terra crua corresponde à metade da condutibilidade das paredes feitas de tijolo cozido. Segundo Silva (2000) a autora, para obter o mesmo índice de isolamento térmico em paredes construídas com esses materiais é necessária uma espessura de, por exemplo, 9,5 cm para uma parede de tijolo de barro cru e 19,8 cm para uma parede de tijolo cozido.

Na entrevista para Stringueto e Bis (2013), o arquiteto Gugu Costa, de São Paulo, ele relata: “A temperatura média de conforto para o corpo humano é de 22 a 28 graus. Uma casa de tijolo e telha cerâmica, no verão, amanhece com temperatura de 17 graus em seu interior e à noite pode chegar a 34 graus. Por isso, vai precisar de ar-condicionado – o que representa um gasto energético e financeiro. Já uma parede de terra crua fará com que essa casa, com o mesmo layout, acorde com 22 graus e durma com 28, o que é praticamente a temperatura de conforto do ser humano”. Uma casa feita com tijolo cerâmico tem em seu ambiente interno uma sensação térmica mais desagradável do que uma feita de adobe (ARAÚJO, 2009).

## 5 A PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS NO BRASIL

Com o passar do tempo e as novas tecnologias dominando o mundo, a evolução na história das construções civis vem mudando a cada nova descoberta, mas nem por isso as antigas construções feitas a partir das primeiras ideias desapareceram com o tempo.

É fato que, a tecnologia avançada nos enche os olhos, mas nada se compara ao observar um monumento carregado de valor histórico que é marco de grandes tradições e culturas, relatando acontecimentos marcantes de nossa história, guardando memórias de algo que se concretizou no tempo. Por isso é de suma importância a conservação dessas construções antigas, vendo que com o passar do tempo isso se dificulta cada vez mais.

As condições climáticas, como o vento, insolação, chuvas e entre outros fatores, como também o tempo, agravam as condições de resistência de uma edificação de época. A conservação de uma construção antiga deve estar relacionada a técnica construtiva adotada e a qualidade de seus materiais, como também ao significado cultural ou histórico pertencente a mesma, que prove a necessidade de preservação.

No Brasil, ainda existem várias edificações antigas, consideradas patrimônio cultural de importância significativa para a preservação da identidade e da tradição de uma sociedade. Segundo o artigo 216 da Constituição Federal (1988), "constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial tombados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira".

Tombamento é uma ação de proteção decretada pela lei n 25, de 30 de novembro de 1973, com o objetivo de preservar bens imóveis e móveis de valores históricos, cultural, ambiental e arquitetônico. Proíbe a destruição dos mesmos, deixando sob vigilância do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). O IPHAN tem a função de defender e fiscalizar o patrimônio cultural do país e foi criado no dia 13 de janeiro de 1937. Uma alternativa de preservação dos edifícios de valor cultural a partir da manutenção dos mesmos e da prévia identificação, do controle e da eliminação das causas de degradação.

O tombamento de um bem pode ser solicitado por qualquer cidadão, proprietário ou até mesmo por meio de abaixo assinados vindo da população que habita no mesmo local que o mesmo. O solicitante deve descrever a localização do bem, como também anexar fotos antigas e atuais favorecendo os desgastes sofrido, justificando o porquê está sendo solicitado o tombamento. Feito isso, o patrimônio deve passar por um processo administrativo até poder ser inscrito em um dos Livros do Tombo pelo Decreto.

A conservação de uma construção antiga, sendo ela imóvel ou móvel, pode existir sem o tombamento. Consiste em reparar os danos sofridos necessários, definir as condições ambientais de onde eles podem ser mantidas, como regular a temperatura e a umidade do local, utilizando de tecnologia para a manutenção do patrimônio sem a alteração de suas características.

Os procedimentos de caráter conservativo mais importantes são aqueles de manutenção e de restauração que, segundo o Programa Monumenta (2005, p. 13-14), equivalem, respectivamente, ao "conjunto de operações preventivas destinadas a manter em bom funcionamento e uso, em especial, a edificação" e ao "conjunto de operações destinadas a restabelecer a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história". À medida que a manutenção se refere a atividades de inspeção e limpeza constantes e de pintura, a restauração de edifícios, que é sobre a qual se tratará aqui, engloba intervenções significativas em fundações, estrutura, paredes, forros, pisos e cobertura dos edifícios e, por isso, "constitui o tipo de conservação que requer o maior número de ações especializadas" (2005, p. 14).

Uma preocupação habitual está nos responsáveis pela conservação e restauração de um patrimônio edificado, quando não dão o valor necessário do material humano, além de realizar a utilização do uso dos materiais e técnicas inadequadas e incompatíveis, colocando em a perder a conservação dos materiais e das técnicas construtivas. Com tudo, é imprescindível em qualquer realização de restauração uma análise antecipada e criteriosa do estado de conservação dos revestimentos e paredes e que esta ação seja realizada por um profissional capacitado para que sejam estabelecidos os métodos e materiais utilizados. É importante destacar que a restauração e a conservação são atividades específicas baseadas em evidências físicas e mecânicas, devendo ser antecedidas de uma análise maior dos materiais compatíveis aos originais e das técnicas construtivas aplicadas nos revestimentos das edificações históricas.

No nosso país, além da beleza natural, os patrimônios tombados também arrancam suspiros dos turistas e dos próprios moradores. Em seu relato é registrado inúmeros atrativos históricos que influenciam a economia no setor turístico. As belas paisagem antigas enchem os olhos dos visitantes, que também se impressionam com a história vivenciada no local. Entre os patrimônios tombados os que se destacam são: O Santuário de Bom Jesus Matosinhos (Congonhas Do Campo-MG), Ruínas de São Miguel das Missões (RS), Centro histórico de Salvador (BA) e Centro histórico São Luis (MA).

O Santuário de Bom Jesus Matosinhos na cidade de Congonhas do Campo em Minas Gerais, foi construído na metade do século XVIII, fundado pelo português Feliciano Mendes como pagamento a uma graça alcançada. A Figura 6 mostra o designer de sua edificação, bem característica do século.

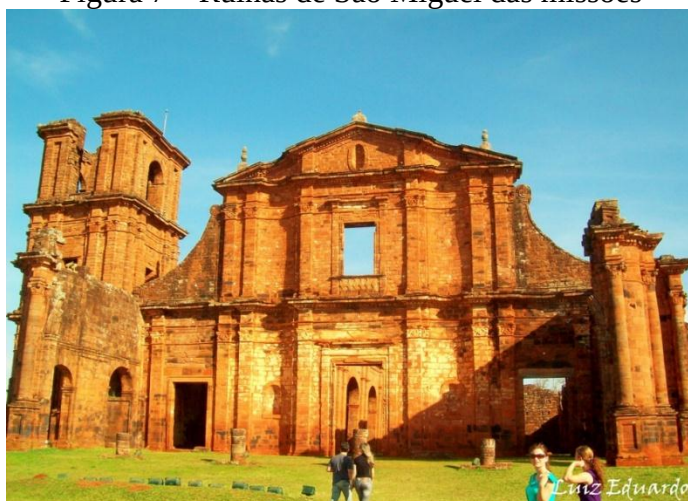
Figura 6 – Santuário Bom Jesus Matosinhos



**Fonte:** Sagarana (2011)

As ruínas de São Miguel das missões, localizado no município de São Miguel das missões no Rio Grande do Sul, trata-se de heranças deixadas pelas cinco missões jesuítas construídas nos séculos XVII e XVIII. A Igreja foi projetada pelo padre italiano João Batista Primoli e construída inteiramente em pedra grês. Não foi finalizada, pois faltou ser construída a segunda torre, que seria o observatório astronômico. Na Figura 7 é mostrado como se encontra essa edificação de época.

Figura 7 – Ruínas de São Miguel das missões



**Fonte :** Luiz (2009)

O centro histórico de Salvador na Bahia, construído por Thomé de Sousa em 1549, ainda conserva muito do que existiu no século XVII e XVIII da cidade, o que nessa época era considerada uma das mais importantes do nosso país. Na Figura 8, é notável as técnicas construtivas antigas e o colorido das casas.

Figura 8 – Centro histórico de Salvador/BA



Fonte: Anderson (2014)

O centro histórico de São Luís no Maranhão, foi fundado pelos franceses durante os anos 1612 e 1615, e compreende mais de 3 mil casarões em uma área de 2,2km<sup>2</sup>. A Figura 9 ilustra como está atualmente o centro histórico de São Luís no Maranhão.

Figura 9 – Centro histórico São Luís no Maranhão

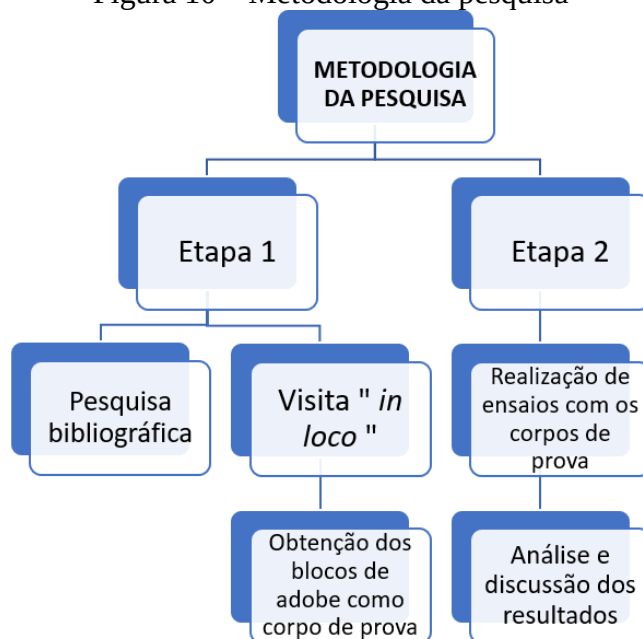


Fonte: Keul (2016)

## 6 METODOLOGIA

A metodologia dessa pesquisa é de caráter exploratória, afim de colher as informações necessárias para o entendimento do assunto, subsidiada pela pesquisa bibliográfica em livros, artigos, teses, dissertações e documentários. Foram feitos também, ensaios laboratoriais seguindo a norma brasileira ABNT 15270-3, onde foi utilizado 5 tijolos de adobe originados da construção do mercado de Pau Dos Ferros-RN como corpo de prova, posteriormente a discussão dos resultados obtidos ao longo do estudo. A Figura 10 relata o fluxograma da pesquisa.

Figura 10 – Metodologia da pesquisa



**Fonte:** Autor (2017)

### 3.1 VISITAS “IN LOCO”

Iniciando com a visita ao Mercado Público Municipal Antônio Soares de Holanda, que foi construído em meados do século XX, e teve sua última reforma iniciada em 04 de março de 2014, e que desde então não foi concluída. Aproveitando tal situação, para dar início a pesquisa e analisar sua formação, agora em estado de regeneração, como também possibilitou se obter 5 corpos de provas dos entulhos ali formados, para as análises laboratoriais.

Diante do século em que foi construído, o Mercado Público de Pau Dos Ferros foi resultado dos padrões culturais da época, o que foi bem observado em sua construção o uso do



tijolo de adobe, meio bastante apropriado para regiões quentes e secas. Desta forma, os corpos de prova que foram utilizados na construção do mercado público e retirado em sua reforma, os quais, que foram feitos com adobe, obtiveram a análise feita nos mesmo a partir dessa informação (Figura 11).

Figura 11 – Mercado Público em sua reforma



**Fonte:** Autor (2016)

### 3.2 ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS NOS BLOCOS DE ADOBE

Os ensaios laboratoriais foram realizados no laboratório de engenharia civil da Universidade Federal Rural do Semi Árido – UFERSA, localizada na cidade de Pau Dos Ferros – RN, seguindo a norma ABNT 15270-3:2005 a fim de verificar parâmetros dos blocos utilizados. Após a obtenção aleatoriamente dos corpos de prova, o primeiro passo foi a determinação das características geométricas. Para isso, foi feita a identificação dos blocos, através de um pincel foi feita a enumeração dos cinco corpos de prova, como mostra a Figura 12 a seguir.

Figura 12 – Enumeração dos corpos de prova.



**Fonte:** Autor (2017)



Em seguida foi feita a caracterização física dos corpos de provas, com a ajuda de um paquímetro digital da marca standard, em aço inox 300 mm, com sensibilidade de 0,05mm e uma balança digital, da marca LD 1050, com precisão de três casas decimais, medida em quilogramas, foi colocado cada um dos 5 blocos, um de cada vez, para a obtenção de suas dimensões e seu peso, respectivamente. Em uma superfície plana e indeformável, foi analisada as características geométricas, as dimensões das arestas a fim de determinar a área bruta dos blocos.

Figura 13 – Medições geométricas



**Fonte:** Autor (2017)

Em seguida os corpos de prova foram submetidos à secagem em estufa a 105°C com circulação e renovação de ar SL – 102por 72horas. Após o período de secagem, foram pesados novamente imediatamente após a remoção da estufa, aferidas a massa individual e a massa seca (Ms) expressando-as em gramas.

Figura 14 – Secagem em estufa



**Fonte:** Autor (2017)

Logo após, foram totalmente imersos em recipientes preenchidos com água, em temperatura ambiente por 24 horas. Passado o período em que os corpos de prova ficaram imersos, foi retirado o excesso de água de cada bloco, e novamente pesados na mesma balança digital utilizada para a análise de densidade, e verificada a obtenção do índice de absorção de água (AA) e massa úmida (Mu).

Figura 15 – Pesagem do bloco após imersão



**Fonte:** Autor (2017)

Para finalizar, foi feito o ensaio de determinação de resistência à compressão dos blocos. Inicialmente, para a regularização das fases de trabalho, foi realizado o capeamento com leve camada de pasta de cimento em todos os 5 corpos de prova, em uma espessura menor que 3mm, nas duas fases destinadas ao ensaio.

Figura 16 – Capeamento dos blocos



**Fonte:** Autor (2017)

Depois de assentada a pasta de cimento, foi colocado o corpo de prova na prensa elétrica digital da marca solocap que possui característica de carga variando de 0-2000 kN, em uma precisão de  $\pm 1\%$ . O corpo de prova foi colocado na mesma posição destinada ao capeamento. Após o posicionamento do bloco, a máquina foi ligada e colocada a carga máxima do equipamento de 2000 kN para realizar a análise. Depois, determinou-se o valor em kN da carga necessária para deformar o corpo.

Figura 17 – Corpo de prova na prensa elétrica



Fonte: Autor (2017)

## 7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O foco dessa pesquisa, foi analisar as presentes diferenças entre os meios construtivos e os materiais utilizáveis, dando ênfase ao material feito com adobe e ao tijolo cerâmico. Como foi explicado no referencial teórico desse trabalho, existem amplas diferenças entre os métodos e materiais citados, dessa maneira, afim de realizar a comprovação laboratorial, os resultados encontrados nos ensaios feitos com os tijolos de adobe conferidos a construção do mercado municipal de Pau Dos Ferros – RN, serão comparados com os resultados encontrados nas mesmas análises feitas por Francisco Túlio Cezar Gonçalves Bezerra em tijolos cerâmicos feitos na olaria de São Francisco Do Oeste – RN.

### 7.1 MEDIDA DAS FACES

Os dados coletados nos tijolos de adobe a partir da análise das medidas das faces podem ser observados na figura 18. Tal procedimento, bem como os parâmetros para os resultados é seguindo a NBR 15270-3:2005, onde largura(L), altura(H) e comprimento(C) são medidos em milímetros.

Figura 18 – Tabela de medidas das faces dos blocos de adobe

| <b>Bloco</b> | <b>Largura (mm)</b> | <b>Altura (mm)</b> | <b>Comprimento (mm)</b> |
|--------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| <b>1</b>     | 70,94               | 136,09             | 170,70                  |
| <b>2</b>     | 68,17               | 165,27             | 162,93                  |
| <b>3</b>     | 62,75               | 109,91             | 194,21                  |
| <b>4</b>     | 73,33               | 164,09             | 141,71                  |
| <b>5</b>     | 65,07               | 153,97             | 155,31                  |

**Fonte:** Autor (2017)

Como foi frisado no referencial teórico, blocos de adobe não tem formatos uniformes, e não possuem normas para o controle na variação de suas dimensões. Como é visto na figura 18, a tabela mostra que as medidas calculadas revelam a alteração em suas faces. Cada corpo de prova possuem um formato retangular, com diferentes alturas, comprimentos e larguras. Esse é um dos fatores, já citado, que atribuem aos blocos de adobe a característica de conforto térmico.

Já os resultados obtidos na análise feita no bloco cerâmico, mostra como é seguida a norma estabelecida para os parâmetros físicos em relação a largura (L), altura (H) e comprimento (C). Os blocos cerâmicos do tipo (1) M x (2) M x (2) M, devem possuir valores referenciais a L= 90mm; H = 190mm; C = 190mm, ainda que a norma exija que os valores variem em até  $\pm 5\text{mm}$ . Dessa maneira, através dos dados obtidos na Figura 19, verifica-se que os blocos em estudo estão dentro das exigências.

Figura 19 – Medida das faces do bloco cerâmico

| Bloco        | L (mm)       | H (mm)        | C (mm)        |
|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 1            | 92,72        | 193,24        | 179,42        |
| 2            | 92,92        | 193,90        | 179,89        |
| 3            | 93,00        | 193,06        | 179,84        |
| 4            | 89,89        | 191,91        | 178,05        |
| 5            | 91,51        | 191,16        | 183,84        |
| 6            | 92,42        | 192,14        | 181,37        |
| 7            | 92,90        | 193,04        | 182,66        |
| 8            | 90,78        | 191,06        | 180,98        |
| 9            | 90,09        | 194,09        | 178,98        |
| 10           | 92,18        | 193,80        | 180,88        |
| 11           | 92,22        | 194,34        | 181,17        |
| 12           | 93,32        | 193,03        | 186,07        |
| 13           | 90,69        | 190,03        | 178,54        |
| <b>MÉDIA</b> | <b>91,90</b> | <b>192,68</b> | <b>180,90</b> |

**Fonte:** Francisco Túlio (2017)

## 7.2 ÁREA BRUTA

A área bruta de cada bloco, seguindo a ABNT NBR 15270-3:2005, é obtida através da expressão  $L(\text{mm}) \times C(\text{mm})$ , expressa em centímetros quadrados, com aproximação decimal. Os resultados obtidos estão expressos na Figura 20.

Figura 20 – Tabela da área bruta dos blocos de adobe

| <b>Bloco</b> | <b>Área Bruta<br/>(cm<sup>2</sup>)</b> |
|--------------|----------------------------------------|
| 1            | 121,10                                 |
| 2            | 111,07                                 |
| 3            | 121,87                                 |
| 4            | 103,91                                 |
| 5            | 101,06                                 |

Fonte: Autor (2017)

De acordo como foi dito, a obtenção da área bruta nos corpos de prova em adobe mostra, de fato, a variação encontrada no tamanho de cada tijolo. Nos blocos 5 e 4 a variação consiste em cerca de  $\pm 1\text{cm}^2$ , já nos blocos 1, 2 consiste em  $\pm 10\text{ cm}^2$ , e entre o 5 e o 3 a diferença é de  $20,81\text{ cm}^2$ . A Figura 21 mostra os dados referentes à área bruta dos blocos cerâmicos em comparação, o que novamente confirma uma diferenciação com o padrão realizado em sua produção.

Figura 21 – Área bruta dos blocos cerâmicos

| <b>BLOCO</b> | <b>ÁREA BRUTA<br/>(cm<sup>2</sup>)</b> |
|--------------|----------------------------------------|
| 1            | 166,36                                 |
| 2            | 167,15                                 |
| 3            | 167,25                                 |
| 4            | 160,05                                 |
| 5            | 168,23                                 |
| 6            | 167,62                                 |
| 7            | 169,69                                 |
| 8            | 164,29                                 |
| 9            | 161,24                                 |
| 10           | 166,74                                 |
| 11           | 167,07                                 |
| 12           | 173,64                                 |
| 13           | 161,92                                 |

Fonte: Francisco Túlio (2017)



### 7.3 ABSORÇÃO DE ÁGUA

A Figura 22 relata os resultados obtidos para a massa seca ( $M_s$ ), a massa úmida ( $M_u$ ) e da absorção de água (AA) de cada um dos 5 tijolos de adobe.

Figura 22 – Absorção de água do tijolo de adobe

| <b>Bloco</b> | <b><math>M_s</math> (g)</b> | <b><math>M_u</math> (g)</b> | <b>AA (%)</b> |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1            | 2382                        | 2696                        | 13,18         |
| 2            | 1966                        | 2183                        | 11,03         |
| 3            | 2121                        | 2363                        | 11,41         |
| 4            | 2111                        | 2370                        | 12,27         |
| 5            | 1809                        | 2064                        | 14,10         |

**Fonte:** Autor (2017)

Em comparação aos resultados obtidos com os tijolos cerâmicos, como visto na Figura 22, a média da absorção de água do tijolo de adobe é de 12,34%, enquanto a do bloco cerâmico é de 11,23%. Algo que explique essa pequena diferença, é o tamanho de suas áreas bruta, já que esse dado influencia em seu peso. Caso os corpos de prova de ambos materiais fossem de tamanhos equivalentes, essa diferença na absorção de água seria bem maior. Como os blocos cerâmicos possuem uma área maior que os de adobe, consequentemente deveriam absorver mais água, mas pela sua composição e seu método construtivo, principalmente pela diferença no processo de secagem, o tijolo de adobe tem mais capacidade de absorção.

Figura 23 – Absorção de água do bloco cerâmico.

| <b>BLOCO</b> | <b><math>M_s</math> (g)</b> | <b><math>M_u</math> (g)</b> | <b>AA%</b> |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| 4            | 2958                        | 3284                        | 11,02%     |
| 5            | 2997                        | 3364                        | 12,24%     |
| 8            | 2941                        | 3279                        | 11,49%     |
| 9            | 2928                        | 3260                        | 10,18%     |

**Fonte:** Francisco Túlio (2017)



#### 7.4 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Os dados referentes aos resultados do ensaio de compressão dos tijolos de adobe estão explícitos na Figura 17, que correspondem ao valor da força em (kN), a área da seção transversal de assentamento em (mm<sup>2</sup>) de acordo com os valores mostrados da Figura 17, e os valores de tensão em (MPa) calculados.

Figura 24 – Resistência à compressão do bloco cerâmico

| <b>Bloco</b> | <b>F (kN)</b> | <b>Área (mm<sup>2</sup>)</b> | <b><math>\sigma</math> (Mpa)</b> |
|--------------|---------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1            | 8,45          | 12109,46                     | 0,69                             |
| 2            | 8,79          | 11106,9                      | 0,79                             |
| 3            | 7,99          | 12186,7                      | 0,65                             |
| 4            | 13,82         | 10361,6                      | 1,33                             |
| 5            | 15,72         | 10106,02                     | 1,55                             |

Fonte: Autor (2017)

A Figura 25 mostra os dados calculados da mesma forma, nos blocos cerâmicos. Conferindo mais uma diferença entre os blocos produzidos de formas diferentes. O bloco cerâmico, pela sua forma de produção, principalmente pelo processo de queima, possui uma capacidade de resistência maior que o tijolo de adobe, que diferente do cerâmico, seca ao sol.

Figura 25 – Resistência à compressão do bloco cerâmico

| <b>Bloco</b> | <b>F(KN)</b> | <b>Área(mm<sup>2</sup>)</b> | <b><math>\sigma</math> (MPa)</b> |
|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1            | 12           | 6943,11                     | 1,7283                           |
| 2            | 5,38         | 7118,07                     | 0,7558                           |
| 3            | 7,1          | 7498,45                     | 0,9468                           |
| 10           | 5,87         | 6188,034                    | 0,9486                           |
| 13           | 7,28         | 5486,166                    | 1,3269                           |

Fonte: Francisco Túlio(2017)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar dessa pesquisa, é verificado que as técnicas utilizadas nesse trabalho foram eficazes, fazendo com o que os objetivos almejados fossem concluídos. O principal foco desse trabalho era discutir os métodos construtivos de época, relatando suas mudanças significativas e pontuando seus efeitos positivos e negativos. Dessa maneira, foi discutido no decorrer da pesquisa os métodos e materiais utilizados na construção civil e as vastas maneiras de se preservar uma edificação antiga.

Na prática, os resultados obtidos nos ensaios com o material adobe, concluíram o que foi discutido no referencial teórico. Apesar de despertar várias qualidades, a modificação desse tipo de material, para um como o material cerâmico, tem suas vantagens. O adobe é um material muito poroso, como o que foi constatado nos corpos de prova no ensaio para obter a absorção de água, essa característica além de proporcionar um conforto térmico, também causa devidos danos na presença de água, deixando-o fragilizado.

Na sua fabricação, o tijolo de adobe não possui normas que se refere a sua padronização, como foi visto nos cálculos de área bruta, motivando uma diferença notável em suas dimensões, o que em uma construção feita com esse tipo de material ocasiona algo de aparência desagradável.

As fissuras existentes nos corpos de prova de adobe, constatarem que os mesmos não possuem uma resistência mecânica considerável, como também foi comprovado nos resultados do ensaio de resistência à compressão.

O material adobe confere conforto térmico, é um método fácil e prático de se realizar, não carece de mão-de-obra qualificada, possui abundância da principal matéria prima que é a terra crua e não agride a natureza na sua fabricação. Mas em compensação, todos os ensaios realizados e os comparativos com os resultados obtidos do tijolo cerâmico, respondem a pergunta foco desse trabalho: “Por qual motivo os métodos construtivos se modificaram?”.

Apesar do processo de queima no material argiloso ser ofensivo ao meio ambiente, ele retira praticamente, as falhas que comprometem os materiais feitos com terra crua. Quando se é retirado a água da argila, alteram-se suas características físicas, o que tem a finalidade de aderir mais resistência ao material, diminuir o percentual de absorção de água, o que ocasionava sua fragilidade, e conferir durabilidade.

Além disso, os blocos cerâmicos são regidos e devem atender à norma, que é responsável por definir os parâmetros de fabricação, e fixar os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis que eles devem ser submetidos. De tal maneira, uma construção realizada por meio de blocos cerâmicos, padronizados e normatizados, conferem visivelmente uma aparência mais agradável.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, Francisco Túlio Cézar Gonçalves . **Caracterização físico-química dos blocos cerâmicos e sua influência no controle de qualidade pós queima: estudo de caso da olaria de São Francisco do Oeste/RN**. Pau dos Ferros, 2017.

BEZERRA, Kennedy Mayk. **Análise comparativa entra as alvenarias de blocos cerâmicos e de blocos de gesso**. Mossoró. 2015.

Daniele Leite, Tijolos de adobe: Uma alternativa para uma construção sustentável. Disponível em: <https://ecoiddeias.wordpress.com/2013/02/02/41/>. Acesso em: 4 de Jun. de 2017.

Guia do Estudante, Conservação e Restauro. Disponível em: <http://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/conservacao-e-restauro/>. Acesso em: 3 de Jun. de 2017.

História da arte Brasileira, técnicas construtivas: taipa e adobe. Disponível em <http://historiaartebrasileira.blogspot.com.br/2009/08/tecnicas-construtivas-taipa-e-adobe.html>. Acesso em: 3 de Jun. de 2017.

IPHAN, Instrumentos de Proteção. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/275>. Acesso em: 12 de Jun. de 2017.

JUNIOR, Aldenir Nestor de Souza. **Avaliação de blocos de adobe para construções sustentáveis: Caso de Angicos/RN**. Angicos , 2013.

Karine Serezuella, Por que preservar imóveis antigos? Entenda os critérios para salvá-los. Disponível em <https://estilo.uol.com.br/casa-e-decoracao/noticias/redacao/2013/01/20/por-que-preservar-imoveis-antigos-entenda-as-razoes.htm>. Acesso em: 3 de Jun. de 2017.

LIMA, Sonally Clécia. **Avaliação das características geométricas, físicas e mecânicas do blocos cerâmicos produzidos na cidade de Apodi/RN**. Caraúbas. 2014.

MATOS, Alisson Chaves. **Uso da terra crua em blocos de terra compactada**. Mossoró. 2012.

Michael Goulart, Construções Históricas ao redor do Brasil. Disponível em: <http://www.historiadigital.org/artigos/construcoes-historicas-ao-redor-do-brasil/>. Acesso em: 3 de Jun. de 2017.

Raphaela de Campos Mello, como fazer uma parede de pau a pique. Disponível em: <http://casa.abril.com.br/materiais-construcao/como-fazer-uma-parede-de-pau-a-pique/>. Acesso em: 3 de Jun. de 2017.

REVISTA MATÉRIA. Campina Grande, 2005.

Samantha Costa, Bloco Cerâmicos: Saiba para que servem os diversos tipos de blocos usados na alvenaria estrutural. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/blocos-ceramicos-220703-1.aspx>. Acesso em: 4 de Jun. de 2017.

SOARES, André. **Soluções Sustentáveis: Construção Natural**. 1.Ed. Pirenópolis: Mais Calango, 2007. v. 3, 64 p. (Soluções Sustentáveis).

SILVA, Francisca Joana Geslla. **Análise comparativa do comportamento térmico de construções em alvenaria: terra crua x blocos cerâmicos**. Pau dos Ferros. 2017.

SILVA, Mateus. **Construção com terra crua: Bloco mattone**. Mossoró. 2013