



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**FRANCISCA JOANNA GESLLA SILVA**

**RESGATE DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS: ANÁLISE DO  
USO DA TERRA CRUA**

**PAU DOS FERROS-RN**  
**2015**

**FRANCISCA JOANNA GESLLA SILVA**

**RESGATE DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS: ANÁLISE DO  
USO DA TERRA CRUA**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Câmpus Pau dos Ferros, para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup> Adla Kellen Dionisio Sousa de Oliveira

Co-orientador (a): Prof<sup>a</sup> Marília Cavalcanti Santiago

**PAU DOS FERROS-RN  
2015**

© 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.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Campus Pau dos Ferros (BCPDF)**  
**Setor de Informação e Referência**

S586r Silva, Francisca Joanna Geslla.

Regaste de materiais de construção sustentáveis: análise do uso da terra crua/ Francisca Joanna Geslla Silva -- Pau dos Ferros, 2015.

48f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Adla Kellen Dionísio Sousa de Oliveira

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

1. Construção civil - sustentabilidade. 2. Terra crua. 3. Materiais alternativos. I. Título.

RN/UFERSA/BCPDF

CDD: 624

Bibliotecário: Eugênio Pacelli Ferreira da Costa  
CRB-15/658

FRANCISCA JOANNA GESLLA SILVA

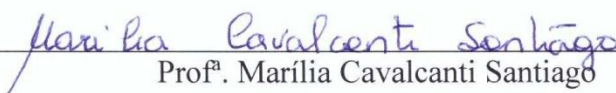
**RESGATE DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS: ANÁLISE DO  
USO DA TERRA CRUA**

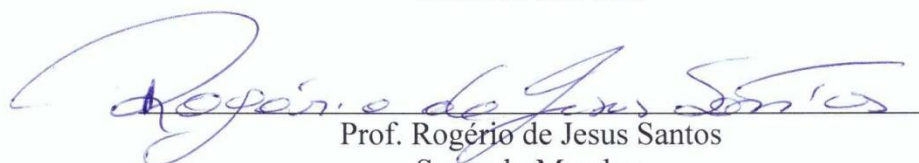
Monografia apresentada a Universidade Federal  
Rural do Semi-Árido – UFERSA, Câmpus Pau dos  
Ferros, para obtenção do título de Bacharel em  
Ciência e Tecnologia.

APROVADA EM: 27 / 11 / 2015

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof<sup>ª</sup>. Adla Kellen Dionisio Sousa de Oliveira  
Presidente

  
Prof<sup>ª</sup>. Marília Cavalcanti Santiago  
Primeiro Membro

  
Prof. Rogério de Jesus Santos  
Segundo Membro

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida me dando força, sabedoria, paciência e dedicação; me proporcionando assim alcançar meus objetivos.

Aos meus pais, Francisco Xavier da Silva e Francisca Inêz da Silva, pelo carinho e compreensão de sempre. Obrigado pelo apoio e investimento, dentro e fora da vida acadêmica. A vocês dedico todo meu amor, orgulho e gratidão.

Aos meus tios, José Aquilino Neto e Maria Auxiliadora Martins Aquilino, que me acolheram em sua casa com o maior conforto possível. Bem como aos demais tios, primos e todos os familiares.

Ao meu namorado, Jardel Eduardo de Holanda, que tanto me ajudou nos momentos difíceis e me incentivou a seguir em frente. Agradeço pela compreensão, companheirismo, conselhos, e pelo amor que me dedicastes.

A minha orientadora, Adla Kellen Dionisio Sousa de Oliveira, pela orientação na construção deste trabalho. Obrigado pelas críticas – sempre construtivas, pela disponibilidade, dedicação e paciência. A você, minha admiração pela excelente profissional e grande ser humano.

A minha co-orientadora e amiga, professora Marília Cavalcanti Santiago, pela revisão do trabalho. Agradeço pelo carinho de sempre, por sua atenção dentro e fora de sala de aula. És um exemplo de determinação e coragem.

A todos os professores da UFERSA, que contribuíram com minha formação acadêmica e meu crescimento pessoal.

A todos os meus amigos, tanto de sala de aula, como os que me relatei nesta etapa da minha vida.

"Por isso não tema, pois estou com você; não tenha medo, pois sou o seu Deus. Eu o fortalecerei e o ajudarei; eu o segurarei com a minha mão direita vitoriosa".

Isaías 41:10

## RESUMO

A terra crua é considerada como um dos recursos mais antigos e mais amplamente utilizados pelo homem. Enquanto material construtivo pode contribuir para a sustentabilidade tanto pela economia de energia, sobretudo se a terra for do próprio local de construção; como pelo fato da terra poder voltar á “terra” após o final de vida útil de uma edificação. Este trabalho trata-se de uma análise do uso da terra nas construções, para isso foi realizado um estudo de caso na cidade de Iracema/CE. Para isto foi realizada uma pesquisa em artigos técnicos, livros e meios eletrônicos sobre a aplicação da terra crua na engenharia civil. Realizou-se uma visita *in loco* com entrevistas e registro fotográfico nas construções com terra na cidade de Iracema/CE com o intuito de analisar o que os proprietários pensam das suas residências, principalmente em relação ao conforto e ao preconceito com sua moradia. Os moradores ressaltaram algumas características vantajosas da terra, tais como: conforto térmico, boa resistência e durabilidade. Porém, ainda são comuns relatos de preconceito existente em relação a esta técnica construtiva. Pretende-se chamar a atenção para as potencialidades das construções com terra crua e mudar a impressão preconceituosa em relação a esta técnica, uma vez que o material é dotado de uma excelente qualidade e nova aparência.

**Palavras-Chave:** Construções. Materiais. Terra Crua.

## **ABSTRACT**

The crude earth is regarded as one of the oldest and most widely used resource by man. While building material can contribute to sustainability by both the energy savings, especially if the land is the very construction site; as because the land can again will "land" after the end of useful life of a building. This work it is an analysis of land use in construction, for it was carried out a case study in the city of Iracema/CE. For this a survey was conducted in technical articles, books, and electronic media on the implementation of raw land in civil engineering. We conducted a site visit with interviews and photographic record in buildings with land in the city of Iracema/ CE in order to analyze what the owners think of their homes, especially in relation to comfort and prejudice to their homes. Residents pointed out some advantageous features of the land, such as thermal comfort, good strength and durability. However, these are still common prejudice existing reports regarding this construction technique. It is intended to draw attention to the potential of building with raw land and change the prejudiced impression regarding this technique, since the material is endowed with excellent quality and new look.

**Keywords:** Buildings. Materials. Raw land.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 - Templo de Ramsés II no Egito .....            | 13 |
| Figura 2.2 - Muralha da China .....                        | 13 |
| Figura 2.3 - Casa de 1975 na Alemanha.....                 | 14 |
| Figura 2.4 - Igreja em Pirenópolis/GO .....                | 14 |
| Figura 2.5 - Casa de Taipa de pilão .....                  | 19 |
| Figura 2.6 - Casa de Pau-a-pique (taipa de mão) .....      | 19 |
| Figura 2.7 - Construções em adobe .....                    | 20 |
| Figura 2.8 - Construção com Pães de Barro na Alemanha..... | 22 |
| Figura 2.9 - Casa em Solo-cimento .....                    | 22 |
| Figura 2.10 - Mapa: Patrimônio Mundial.....                | 24 |
| Figura 2.11 - Pirâmide de Uxmal no México .....            | 24 |
| Figura 2.12 - Pirâmides do Egito.....                      | 25 |
| Figura 2.13 - Cidade de Bam, Irã .....                     | 25 |
| Figura 2.14 - Cidade de Taos Pueblo, Novo México .....     | 26 |
| Figura 2.15 - Cidade de Djénné, Mali .....                 | 26 |
| Figura 2.16 - Casa mal acabada.....                        | 27 |
| Figura 2.17 - Construção bem feita .....                   | 27 |
| Figura 2.18 - Construção moderna em terra crua .....       | 28 |
| Figura 3.1 - Fluxograma da metodologia .....               | 32 |
| Figura 3.2 - Objeto de estudo, Iracema/CE .....            | 33 |
| Figura 4.1 - Construção em solo-cimento (C1) .....         | 34 |
| Figura 4.2 - Casa de taipa de mão (C2) .....               | 35 |
| Figura 4.3 - Edificação em adobe (C3) .....                | 35 |
| Figura 4.4 - Construção em adobe (C4) .....                | 36 |
| Figura 4.5 - Casade adobe (C5).....                        | 36 |
| Figura 4.6 - Interior da casa 5.....                       | 37 |
| Figura 4.7 - Interior da casa 2.....                       | 39 |
| Figura 4.8 - Quarto da casa 4.....                         | 39 |

## SUMÁRIO

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                        | <b>10</b> |
| <b>1.1 OBJETIVOS .....</b>                                                        | <b>11</b> |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>                                             | <b>12</b> |
| <b>2.1 TERRA CRUA .....</b>                                                       | <b>12</b> |
| <b>2.1.1 Histórico .....</b>                                                      | <b>12</b> |
| <b>2.1.2 A terra como material de construção .....</b>                            | <b>15</b> |
| 2.1.2.1 Propriedades .....                                                        | 16        |
| <b>2.1.3 Técnicas de construção com terra.....</b>                                | <b>17</b> |
| 2.1.3.1 Taipa (taipa de pilão).....                                               | 18        |
| 2.1.3.2 Pau-a-pique (taipa de mão).....                                           | 19        |
| 2.1.3.3 Adobe .....                                                               | 20        |
| 2.1.3.4 Pães de barro.....                                                        | 21        |
| 2.1.3.5 Solo-cimento (bloco de terra comprimida).....                             | 22        |
| <b>2.1.4 Construções com terra crua .....</b>                                     | <b>23</b> |
| <b>2.1.5 Importância.....</b>                                                     | <b>28</b> |
| <b>2.1.6 Vantagens e desvantagens .....</b>                                       | <b>30</b> |
| <b>3. METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>                                            | <b>32</b> |
| <b>4. ESTUDO DE CASO: EDIFICAÇÕES EM TERRA CRUA NA CIDADE DE IRACEMA/CE .....</b> | <b>34</b> |
| 4.1 EDIFICAÇÕES VISITADAS .....                                                   | 34        |
| 4.2 TEMPO DE CONSTRUÇÃO .....                                                     | 37        |
| 4.3 MATERIAL E CONSTRUÇÃO .....                                                   | 38        |
| 4.4 CONFORTO.....                                                                 | 39        |
| 4.5 PRECONCEITO.....                                                              | 42        |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                              | <b>44</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                          | <b>45</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o início das civilizações o homem, como ser racional, modifica o meio em que vive de acordo com suas necessidades. Cria, constrói, inventa e reinventa tudo a sua volta. Uma das necessidades básicas de sobrevivência é a moradia; é preciso um local adequado para habitar. No que diz respeito à construção, em um primeiro momento não se buscava, e nem se tinha, uma técnica aprimorada. Mas, no decorrer do tempo e com o aumento da população houve à busca por novos conhecimentos nesta área que proporcionassem à continuidade e consequentemente a evolução da espécie.

Os primeiros materiais utilizados na construção das edificações eram ofertados pela natureza, tais como: pedras, galhos e troncos de árvores, palha, pele de animais e a terra. Com o passar do tempo e o avanço das construções surgiram outros materiais e o uso da terra crua foi esquecido. Esses materiais utilizam recursos naturais para sua produção, os quais são escassos, enquanto a terra está disponível e pode ser reutilizada. Neste sentido, o desperdício, as utilizações inadequadas, entre outros fatores, prejudicam o meio ambiente e a sociedade que nele habita.

Ao longo de uma construção a quantidade de entulho gerada é grande, e na maioria das vezes esse desperdício acontece com recursos naturais, não renováveis e de grande relevância. Esse material geralmente não é reaproveitado, sendo recolhido e despejado em locais como lixões urbanos, terrenos baldios, nas margens dos rios, entre outros. Ocasionalmente, além dos danos ambientais, problemas sociais e de saneamento.

Com o desenvolvimento de legislação própria e crescente conscientização do setor da construção civil em relação aos problemas ambientais que o cercam, tem-se hoje uma percepção cada vez maior da necessidade de desenvolvimento de processos construtivos que não causem danos ao homem e ao meio ambiente (BUSON, 2009).

Nesse contexto, surgem os materiais sustentáveis, que além de atender as condições básicas de uma edificação, como: durabilidade, segurança, funcionalidade, estética e economia; também proporcionam menores impactos ambientais. Segundo Bouth (2005), a utilização de matérias primas abundantes na natureza é uma das possíveis respostas para a sustentabilidade na construção civil. Um desses materiais é a terra crua, que de acordo com Moreira (2009), é um dos recursos mais antigos e mais amplamente utilizados pelo Homem.

Conforme Moreira (2009), ainda hoje, em diversas regiões do globo terrestre, a terra crua é usada na construção das habitações, traduzindo a identidade, a história, a cultura e a forma de vida de várias populações.

Deste modo, o uso do tijolo constituído de terra crua é uma alternativa coerente e viável para a minimização dos impactos indesejáveis nas construções. De acordo com Jalali e Eires (2008), a terra enquanto material de construção pode de fato contribuir para a sustentabilidade tanto pela economia de energia, sobretudo se a terra for do próprio local de construção; como pelo fato da terra pode voltar a “terra” após o final de vida útil de uma edificação.

Os materiais sustentáveis reforçam a ideia do desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que ele se mantenha no futuro. Segundo 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.

Diante disto, as construções em terra crua representam um patrimônio histórico e cultural de grande importância e que deve ser preservado. É necessário preservar não apenas as edificações construídas com a técnica milenar da terra, mas principalmente o conhecimento a cerca desta.

Neste trabalho foi realizado um estudo através de visitas e entrevistas em algumas moradias construídas com terra crua na cidade de Iracema. Busca-se um maior entendimento da terra crua, suas propriedades, vantagens e desvantagens e, principalmente a aplicação da terra crua nas construções.

## 1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal fazer um resgate do uso da terra crua nas construções, apresentando um estudo de caso na cidade de Iracema/CE.

Os objetivos específicos são sintetizados a seguir:

- Analisar as construções com terra crua que foram visitadas;
- Analisar a partir do ponto de vista dos moradores, a influência da construção em terra no conforto da moradia;
- Fazer uma avaliação social do uso da terra crua nas construções na cidade de Iracema/CE.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 TERRA CRUA**

Não é consensual a data em que o homem começou a utilizar a terra na construção. Estimasse que há mais de 9.000 anos. Naturalmente, os primeiros materiais a serem utilizados foram aqueles disponíveis na natureza, como madeira, pedra, palha e a terra. Grandes obras foram feitas utilizando apenas estes materiais, e estas resistem até os dias de hoje (MATOS, 2012).

A tradição milenar da terra é agora revivida quando problemas ambientais ameaçam o futuro do Planeta. A terra crua, ou seja, no seu estado natural, sem ter sido queimada, já é utilizada desde muito tempo na construção de estradas e barragens. Aqui, o enfoque é dado para o uso da terra como material de construção (BARBOSA; GHAVAMI, 2007).

#### **2.1.1 Histórico**

A terra é um material de construção tão antigo como a própria humanidade. É à base de alguns dos monumentos e conjuntos arquitetônicos mais valiosos e interessantes do mundo (GONÇALVES; GOMES, 2012).

Segundo Minke (2005), todas as antigas culturas utilizaram a terra não só na construção de moradias, mas também em grandes edificações e obras religiosas. De acordo com Gonçalves e Gomes (2012), a terra foi utilizada como material de construção em todos os continentes, o que lhe dá um caráter claramente universal.

Minke (2005), afirma que entre as técnicas de construção de terra que datam mais de 9.000 anos atrás, podem-se citar edificações no Turquestão – habitações de terra no período 8.000 – 6.000a.C. – em Assíria – encontradas fundações de taipa de 5.000 a.C. A Figura 2.1 mostra o templo de Ramsés II, no Egito, construído há mais de 3.000 anos.

Figura 2.1 - Templo de Ramsés II no Egito



Fonte: MINKE, 2005.

Conforme Minke (2005), a Grande Muralha da China foi construída em sua maioria de taipa e, posteriormente, revestida com pedras naturais e tijolos, dando a aparência de uma parede de pedra. Ainda segundo o autor, a estrutura mostrada na Figura 2.2, existe há aproximadamente 4.000 anos.

Figura 2.2 - Muralha da China



Fonte: BORGES; COLOMBO, 2009.

Ainda de acordo com Minke (2005), a construção mais antiga da Alemanha, e ainda habitada, é do ano de 1975. O proprietário da casa ilustrada na Figura 2.3, era diretor do corpo de bombeiros. Ele acreditava que esta técnica poderia construir uma habitação à prova de fogo de forma mais econômica do que casas construídas de madeira.

Figura 2.3 - Casa de 1975 na Alemanha



Fonte: MINKE, 2005.

No Brasil, as construções em terra crua chegaram através dos colonizadores europeus e, mais tarde, pelos africanos. Entretanto, os índios não utilizavam esse material para a construção de suas casas. Em lugar da terra e da pedra, materiais de origem mineral, utilizavam materiais de origem vegetal, como a madeira e a palha (SILVA, 2000).

De acordo com Silva (2000), a presença dos colonizadores europeus transformou radicalmente não só o espaço doméstico, como também o sentido de ocupação espacial dos índios. Desta forma, assim como o espaço, o sistema construtivo também sofreu transformação. Tanto o sistema utilizado pelos índios, quanto o que foi trazido pelos colonizadores modificaram-se aqui, sofrendo uma influência mútua, e traduzindo-se em algo que o historiador Ivan Alves Filho (1978) chamou de “a primeira grande manifestação cultural mestiça do Brasil”, ou seja, a casa de taipa brasileira.

Em cidades históricas como Tiradentes/MG, Pirenópolis/GO (ilustrada na Figura 2.4) e Ouro Preto/MG, existem diversas construções com terra que foram construídas há muitas décadas e permanecem bem conservadas ao longo de todos esses anos (BORGES; COLOMBO, 2009).

Figura 2.4 - Igreja em Pirenópolis/GO



Fonte: BORGES; COLOMBO, 2009.

Após a década de 1950, e principalmente, nos últimos anos, o interesse da arquitetura em terra ressurgiu sobre as questões ambientais reais do mundo. Desta forma, as novas tecnologias parecem melhorar a durabilidade da arquitetura em terra (EIRES; CAMÕES; JALALI, 2013).

Pode-se notar um crescente interesse por construções ambientalmente sustentáveis, e também pela necessidade em minimizar o déficit habitacional, em todo o mundo, deste modo às técnicas de construção com terra vêm sendo resgatadas (BORGES; COLOMBO, 2009).

### **2.1.2 A terra como material de construção**

Conforme Minke (2005), a terra é o material de construção natural mais importante e abundante na maioria das regiões do mundo. Em quase todos os climas quentes, tem sido o material de construção predominante. Atualmente um terço da humanidade vive em habitações feitas de terra, e nos países em desenvolvimento, isto representa mais da metade da população.

Segundo Minke (2005), nos países em desenvolvimento não foi possível resolver os problemas relacionados há habitações por meio dos materiais industrializados; visto que não existe capacidade produtiva e financeira para satisfazer tal demanda. Ainda de acordo com o autor, em países industrializados, a exploração excessiva dos recursos naturais e sistemas de produção de energia geram desperdícios que contaminam o ambiente.

As construções com terra apresentam custo de montagem e manutenção que permite o seu consumo pela população local, utiliza matéria prima local sem exigir transporte - estes por sua vez que consomem energia ou recursos não renováveis - o material utilizado é reciclado, ou seja, não geram resíduos, e por fim privilegia a mão de obra local (COELHO, 2007).

De acordo com Minke (2005), em comparação com materiais industriais comuns, a terra crua apresenta algumas desvantagens, tais como: a variação de sua composição depende do local de sua extração; podem aparecer rachaduras ao longo do processo de secagem da edificação; a terra não apresenta resistência à água. Entretanto, o material apresenta um número superior de vantagens em relação aos materiais de construção industrializados, como por exemplo: economiza energia e reduz a poluição ambiental; regula a umidade; é reutilizável; entre outras inúmeras potencialidades – comentadas no tópico 2.1.6 (MINKE, 2005).

### 2.1.2.1 Propriedades

A terra é a porção granular que reveste parte da crosta terrestre, cuja origem é a decomposição das rochas, por conta das ações da natureza, como variações de temperatura, movimentos de geleiras, chuvas, rios, marés, ventos, terremotos, vulcões e a própria vida (BARBOSA; GHAVAMI, 2007).

Segundo Barbosa (2008), a terra é composta por elementos químicos abundantes: oxigênio, silício, alumínio e ferro, seguindo-se cálcio, sódio, potássio, entre outros. Esses elementos basicamente são encontrados na forma de óxidos. A percentagem de cada composto é bem variável, e muda de acordo com as particularidades locais.

A composição granulométrica se refere ao diâmetro médio das partículas do solo. De acordo com Barbosa (2008), estas partículas são classificadas em: pedregulho, areias, silte e argila. Em relação à granulometria da terra, o autor afirma ainda que o pedregulho e a areia constituem o esqueleto sólido do material; o silte consegue absorver água em seus poros, preenchendo os vazios quando o solo sofre uma pressão de compactação; a argila é o último estágio de fracionamento da terra e sua existência é necessária para dar a requerida coesão à terra úmida (comporta-se como um ligante).

Em relação à água no solo, Buson (2009) afirma que na arquitetura de terra a absorção de água é uma preocupação constante, tanto pelos aspectos de salubridade e conforto quanto estruturais e de durabilidade. Para o autor, a absorção em excesso de água pode provocar patologias como mofo ou bolor e ainda piorar o desempenho físico-mecânico dos componentes e elementos construtivos com, por exemplo, a diminuição da resistência à compressão.

Barbosa (2008) ressalta que a quantidade de água presente na terra influi na qualidade do produto final, ou seja, na terra crua para a construção. A água presente no solo altera características importantes do material, tais como: umidade, consistência e retração.

Segundo seu teor de umidade, de acordo com Neves et al. (2005), o solo pode ser sólido, plástico ou líquido, sendo que a aparência e a consistência dos solos variam nitidamente conforme a quantidade de água que contém (particularmente no caso das argilas). Ainda de acordo com a autora, a plasticidade do solo, ou limites de consistência, é determinada através de dois ensaios: limite de liquidez e limite de plasticidade, que em geral dependem da quantidade e do tipo da argila presente no solo; e estes por sua vez, são representados essencialmente pelos argilominerais e são responsáveis pelos movimentos de retração e expansão, que se observam quando há variação da umidade.

Cada solo e cada composição de materiais possuem umidades próprias de compactação, ditas “umidades ótimas”, nas quais se obtém o maior rendimento da compactação, ou seja, a maior compacidade ou a maior massa específica seca (BUSON, 2009). Assim, é de grande importância a definição das umidades ótimas para todas as composições de materiais cuja matéria-prima básica seja a terra.

Para Buson (2009), o solo argiloso, por apresentar maior quantidade de finos, normalmente apresenta um valor de umidade ótima superior ao valor encontrado para o solo arenoso.

Segundo Neves et al. (2005), nas paredes de terra, os movimentos de expansão e retração da argila provocam fissuras que podem gerar lesões internas e ou superficiais, ocasionando a penetração de água e a ocorrência de patologias que consequentemente contribuem para a perda de resistência do material e a degradação da parede.

Para Neves et al. (2005), não existe um único critério para relacionar as características da terra com as técnicas construtivas, pois os fatores de decisão estão mais relacionados com a cultura e tradição no processo de construção do que com o tipo de solo disponível. Para a autora, a responsabilidade do construtor se torna a seleção da terra mais adequada entre aquelas disponíveis na região, mediante a compreensão das propriedades do referido material.

No que diz respeito à estabilização da terra, Barbosa (2008), afirma que este processo consiste na modificação das propriedades do sistema terra-água-ar. De acordo com o autor, a estabilização pode ser feita com a utilização de outros tipos de materiais, tais como: cimento, cal ou fibras vegetais; e a adição destes outros materiais proporciona maior resistência mecânica, melhor desempenho à ação de água, entre outros benefícios.

Neves et al. (2005) afirma que a mistura de fragmentos de palha, ou outras fibras vegetais, reduz o efeito da retração na secagem do barro. Conforme a autora, a adição de óleos vegetais e emulsões asfálticas, tanto no barro como na terra comprimida, ocasiona uma diminuição significativa da permeabilidade, aumentando a durabilidade do material. Em relação à mistura de aglomerantes, a autora afirma ainda que, o cimento, a cal ou outros produtos cimentantes, podem produzir aumentos consideráveis da resistência mecânica, principalmente na terra comprimida.

### **2.1.3 Técnicas de construção com terra**

Para Gonçalves e Gomes (2012), 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.

Segundo Barbosa e Ghavami (2007), existem inúmeras técnicas de edificações em terra no mundo inteiro, divididas basicamente em três grupos: alvenaria, monolíticas e mistas.

O sistema construtivo em terra crua apresenta diversas técnicas construtivas. São elas: a taipa, o adobe, o “pau-a-pique” (ou taipa-de-mão) e os “pães de barro” (SILVA, 2000).

Para Barbosa e Ghavami (2007), 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).

Algumas destas técnicas foram aperfeiçoadas e adaptadas às necessidades da vida moderna, como é o caso dos tijolos estabilizados com cimento ou cal, chamados “solo-cimento” e “solo-cal” (SILVA, 2000).

#### 2.1.3.1 Taipa (taipa de pilão)

É uma técnica de construção monolítica 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 (JALALI; EIRES, 2008).

Segundo Silva (2000), este tipo de construção (mostrada na Figura 2.5) consiste em socar a terra dentro de uma armação de madeira chamada taipal – onde é colocada a argamassa em camadas de 15 cm, aproximadamente; em seguida faz-se a compactação do solo dentro do taipal, umedecendo de vez em quando para maior consistência, até a camada ficar com aproximadamente 10 cm. Ainda segundo a autora, essa compactação do solo é chamada de apiloamento e, este é feito com um pilão (que pode ser feito de madeira); quando o barro já estiver bem compactado dentro do taipal, então desarma-se a fôrma e arma-se mais acima, sempre obedecendo os limites da guia de madeira, de modo que o barro a ser compactado posteriormente, fique por cima daquele que foi compactado antes, até formar a parede inteira.

Figura 2.5 - Casa de Taipa de pilão



Fonte: ABC TERRA, 2003.

Ainda de acordo com Silva (2000), uma casa construída desta técnica, quando bem feita – se o barro for bem escolhido e bem compactado e se as paredes tiverem uma espessura entre 40 e 80 cm – será uma casa sólida e confortável. Para a autora, quanto ao ponto de vista estético essas casas são bastante agradáveis, pois suas paredes ficam totalmente lisas, de modo que permitem a aplicação da pintura direto sobre as paredes, depois de prontas.

#### 2.1.3.2 Pau-a-pique (taipa de mão)

Existe ainda outro tipo de construção com o uso da taipa, é a taipa de mão, conhecida ainda como pau-a-pique, ilustrada na Figura 2.6. Este sistema também é conhecido no Brasil pelos nomes de: “pescoção”, “taponá”, “sopapo”, “taipa de sebe”, entre outros, variando conforme as diferentes regiões do país (SILVA, 2000).

Figura 2.6 - Casa de Pau-a-pique (taipa de mão)



Fonte: ANDREATT et al., 2007.

Segundo SILVA (2000), esta técnica consiste em se fazer uma trama de madeira ou bambu, na parte interna da parede e, depois jogar o barro sobre esta trama (pelos lados de fora e de dentro simultaneamente de preferência); o barro deve vedar os buracos da trama,

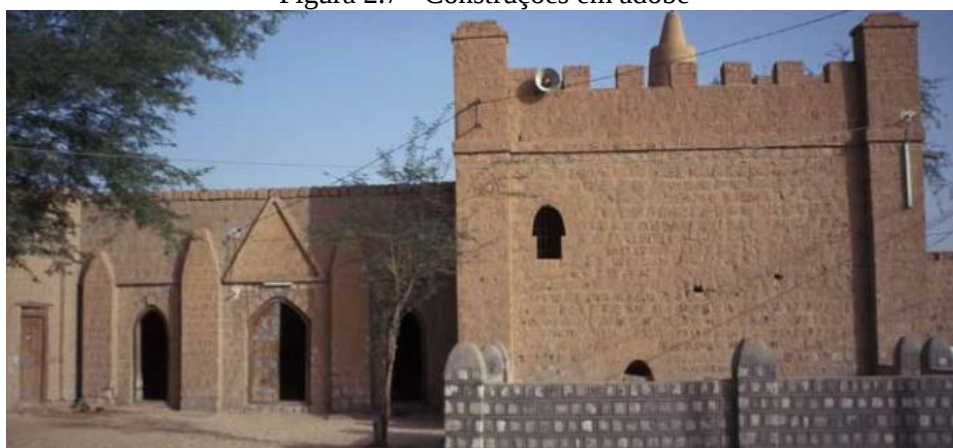
cobrindo-a por inteiro; depois de jogado, o barro deve ser apertado sobre a parede, com as mãos – fase conhecida por “barreamento” e nas comunidades costuma ser a fase mais festiva da construção.

Após a secagem, é aplicado reboco e posterior pintura. A preparação da mistura para o barreado, em algumas regiões, usa apenas terra e água, enquanto que em outras, são acrescidas fibras vegetais, esterco de gado, cal ou cimento (MATOS, 2012).

### 2.1.3.3 Adobe

Para Jalali e Eires (2008), o adobe, ilustrado na Figura 2.7, 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. Segundo 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.

Figura 2.7 - Construções em adobe



Fonte: SIDI; JOFFROY, 2010.

Segundo Silva (2000), a confecção dos tijolos consiste na preparação da argamassa de argila e areia (misturando sempre que possível, fibras vegetais, como a palha); feitos em uma pequena fôrma de madeira com várias formas diferentes, podendo possuir as seguintes dimensões:

- Comprimento: 40 a 50cm;
- Largura: 19 a 24cm;
- Altura: 12 a 16cm.

As medidas mais utilizadas no Brasil são: 20x20x40cm.

De acordo com Silva (2000), amassa-se o barro com os pés, e quando ele atingir a consistência ideal, deixa descansar durante 2 dias (protegido para que não se molhe mais com

a água da chuva). Segundo a autora, passados os dois dias, deve-se bater o barro de novo e colocá-lo na fôrma de madeira (não sem antes molhá-la para que a madeira não venha a sugar a água da massa), e então nivela-se a massa com uma régua, depois retira-se o tijolo da fôrma com cuidado para não o quebrar. A autora afirma que se o tijolo se deformar, então a massa está muito úmida e acrescenta-se barro. Se o tijolo rachar, então a massa está muito seca, acrescenta-se água.

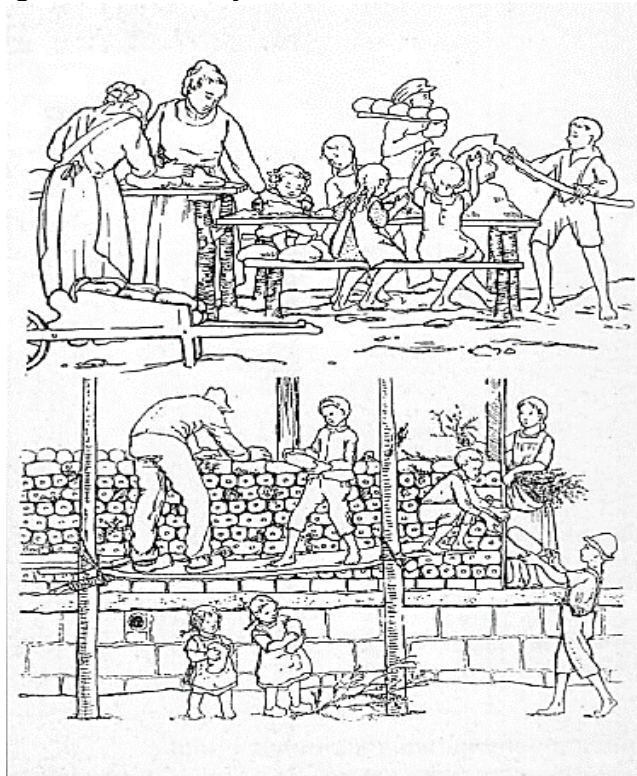
Conforme Silva (2000) os tijolos devem secar sem que se toquem; podendo empilhá-los depois de duas semanas. Para tanto, a autora ensina que deve arrumar todos os tijolos no chão e deixa secar durante três dias (para dias ensolarados) ou cinco dias (para dias chuvosos). Ainda de acordo com a autora, depois de quatro semanas o tijolo deve ser testado da seguinte maneira: coloca-se um tijolo de adobe apoiado em outros dois, e sobe-se em cima dele. O tijolo deve resistir; caso contrário, deve-se acrescentar mais argila à massa.

#### 2.1.3.4 Pães de barro

Segundo Silva (2000), a técnica de construção em Pães de barro foi muito usada na Europa do século XIX, sobretudo na Alemanha (Figura 2.8), este sistema sobreviveu e ainda hoje é usado nesse país e em alguns países da América do Sul. Para a autora, a técnica consiste em confeccionar grandes bisnagas de barro e colocá-las uma sobre a outra, formando as paredes.

Conforme Meireles (2013), os pães úmidos de barro são colocados sem argamassa, então é feito um orifício com os dedos na face exterior de cada um, a fim de melhorar a aderência da argamassa do reboco que se coloca posteriormente em ambos os lados, e polida com uma pedra plana. De acordo com o autor, em seguida são colocadas de três a cinco fileiras por dia; e depois da secagem da parede, aplicam-se várias camadas de reboco de cal.

Figura 2.8 - Construção com Pães de Barro na Alemanha



Fonte: MINKE, 2005.

#### 2.1.3.5 Solo cimento (bloco de terra comprimida)

Segundo Borges e Colombo (2009), como o próprio nome já diz, o tijolo de solo-cimento é basicamente feito de terra e cimento – em uma proporção de nove partes de terra para uma parte de cimento. Para os autores, a técnica para este tipo de estrutura (Figura 2.9) consiste em misturar a terra com cimento e água, sendo adicionada aos poucos, por que a massa não pode ser muito seca, nem muito molhada.

Figura 2.9 - Casa em Solo-cimento



Fonte: BARBOSA; GHAVAMI, 2007.

Os tijolos são compactados na prensa, que pode ser manual ou hidráulica. Segundo Silva (2000), na prensa manual existem três cavidades para confecção de tijolos: se coloca a massa nestas cavidades e fecha com a tampa (que também é um elemento nivelador); em seguida, encaixa-se sobre ela a alavanca. Posteriormente, ainda de acordo com a autora, puxa-se então a alavanca até o chão, e os tijolos estão prontos; é só abrir a tampa e esperar que eles subam pela ação do pistão extrator, lembrando que os tijolos devem ficar abrigados em local fechado, durante oito dias e, durante uma semana, deverão ser regados com pouca água, para se fazer a cura.

Jalali e Eires (2008), afirmam que os blocos de terra comprimidos surgiram da evolução do adobe, por estabilização do solo por meios mecânicos, consistindo da prensagem do solo confinado em um molde, permitindo obter pequenos bolos de terra prensada, mais resistentes e duráveis em relação ao adobe.

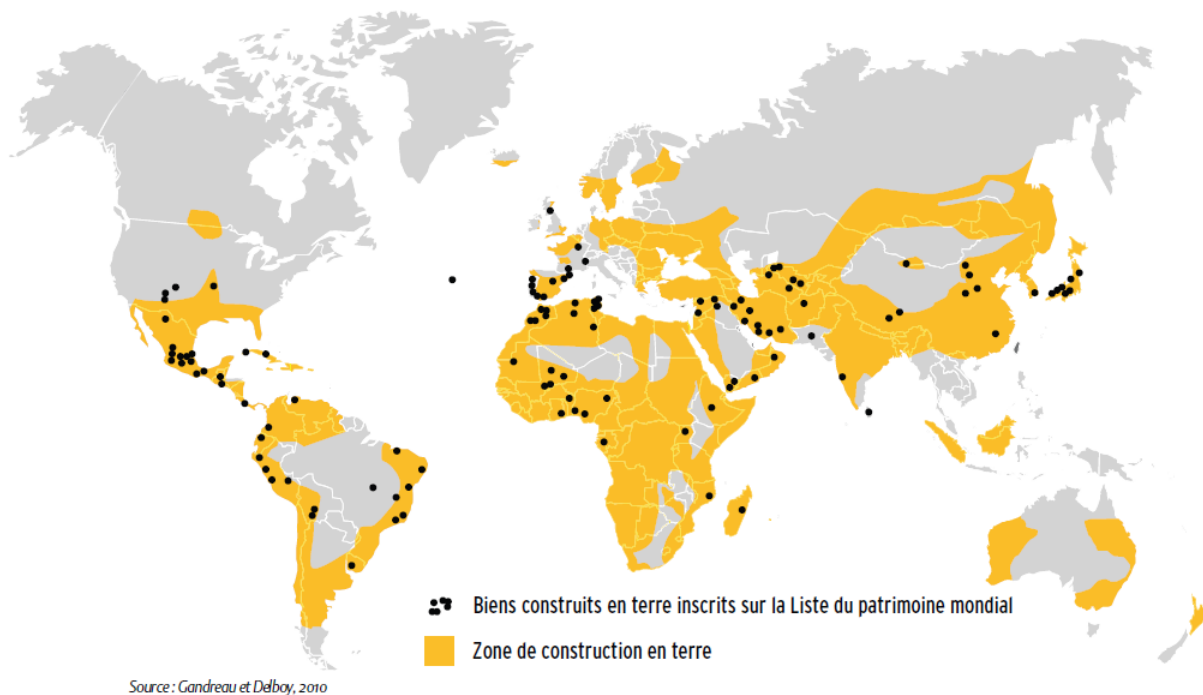
As vantagens de se construir com esta técnica é a rapidez no processo construtivo, alta resistência à compressão, alta produtividade, o baixo consumo de água, limpeza do canteiro, além disso, há uma boa aceitação por parte da população (BORGES; COLOMBO, 2009).

#### **2.1.4 Construções com terra crua**

De acordo com Carvalho et al. (2008), a construção em terra é um patrimônio da Humanidade que está presente em quase todos os continentes e retrata a diversidade cultural dos povos, demonstrando sua versatilidade em termos de aplicação. Segundo Gandreau e Delboy (2010), das cento e trinta e cinco obras arquitetônicas inscritos na Lista do Patrimônio Mundial da Unesco, cerca de 15%, são construídas de terra. A Figura 2.10 mostra um mapa contendo as zonas de construções em terra no mundo (em amarelo) e os bens construídos com terra que estão nesta lista (em preto).

Além da importância histórica e cultural, a construção em terra é uma técnica construtiva da atualidade, já que em um pouco por todo o mundo é notório o seu reaparecimento (MOREIRA, 2009). Ainda de acordo com a autora, o ressurgimento das técnicas construtivas de terra pode ser atribuído a fatores como: a simplicidade dos processos produtivos e de aplicação, os baixos custos do material e os reduzidos custos energéticos do processo produtivo.

Figura 2.10 - Mapa: Patrimônio Mundial



Fonte: ANGER et al., 2011, apud Gandreau e Delboy<sup>1</sup>, 2010.

Praticamente todas as antigas civilizações trabalharam inicialmente suas edificações com a terra. Grandes obras feitas utilizando apenas este material e resistem até os dias atuais; um exemplo é a pirâmide de Uxmal (Figura 2.11), no México, construída entre os séculos VI e X, uma grande estrutura construída em terra (MATOS, 2012).

Figura 2.11 - Pirâmide de Uxmal no México



Fonte: MATOS, 2012.

A partir da terra crua, o homem foi capaz de produzir belíssimas obras de engenharia, como por exemplo, as magníficas pirâmides do Egito ilustradas na Figura 2.12; os palácios da

<sup>1</sup>Gandreau D., Delboy L., sous la direction de Joffroy T., CRA terre-ENSAG, 2010. Patrimoine mondial, Inventaire et situation des biens construits en terre, UNESCO/CH/CPM, Paris.

Pérsia e da Babilônia; as imensas catedrais, castelos e mosteiros medievais e tantos outros monumentos fantásticos erguidos pelas civilizações da história antiga da humanidade (MATOS, 2012).

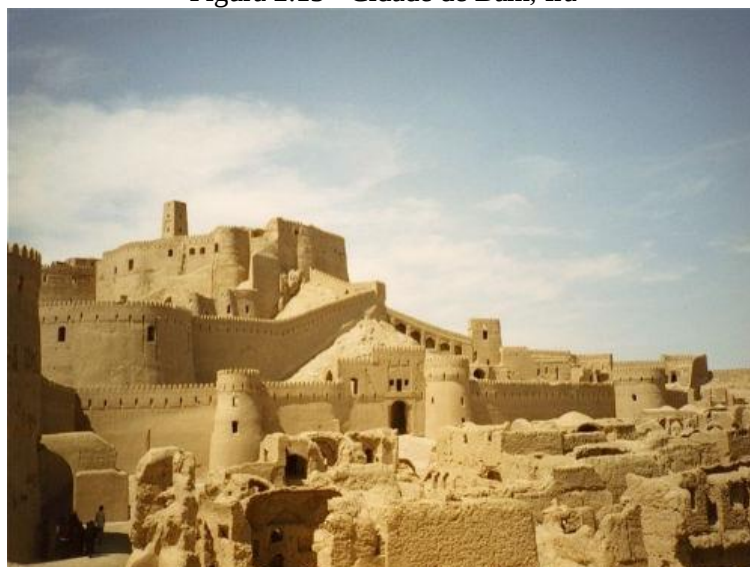
Figura 2.12 - Pirâmides do Egito



Fonte: Portal São Francisco (2013).

De acordo com Carvalho et al. (2008), no continente asiático, muitos países apresentam testemunhos de existência de construção em terra crua, como por exemplo: Israel, Irã, Síria, Paquistão, entre outros, sendo que no Irã é a cidade de Bam (Figura 2.13), que era um dos maiores complexos urbanos mundiais edificadas em terra antes da ocorrência de um sismo em 2003.

Figura 2.13 - Cidade de Bam, Irã



Fonte: crasstalk.com.

A mais antiga estrutura feita de adobes e ainda habitada, está situada em Taos Pueblo, no Novo México. As construções empilhadas como os edifícios de apartamentos dos dias de

hoje, tem passagens, salas e câmaras interligadas, formando um verdadeiro labirinto de terra crua, como mostra a Figura 2.14 (PICORELLI, 2011).

Figura 2.14 – Cidade de Taos Pueblo, Novo México



Fonte: SIDI; JOFFROY, 2010

Conforme Carvalho et al. (2008), no continente africano, tanto em relação ao contexto histórico como no que diz respeito ao panorama atual, o continente também é rico em edificações de terra. Para a autora, este fato reforça a ideia que este tipo de construção, além das vantagens citadas anteriormente, também está associado à construção de baixo custo. O Egito, Marrocos, o Quênia, o Mali e o Gana são alguns dos países deste continente onde existem diversos exemplos de construção em terra. Djénné, no Mali, ilustrada na Figura 2.15, é uma das cidades mais antigas do continente africano, patrimônio da Humanidade desde 1988 e é totalmente construída em terra crua.

Figura 2.15 - Cidade de Djénné, Mali



Fonte: SIDI; JOFFROY, 2010

Para Barbosa, Mattone e Mesbah (2015), a grande maioria das construções com terra ainda existentes no Brasil são exemplos de tecnologia perdida. Segundo o autor, este material

é visto como “material de pobre” devido ao seu uso incorreto (Figura 2.16), resultando em construções de má qualidade e péssimo aspecto.

Figura 2.16 - Casa mal acabada



Fonte: BARBOSA; MATTONE; MESBAH, 2015.

No entanto, com a terra pode-se fazer belas e saudáveis construções, [...] é possível desenvolver tecnologias apropriadas e construir moradias dignas (BARBOSA, 2003). A Figura 2.17 é um exemplo de edificação construída de forma correta.

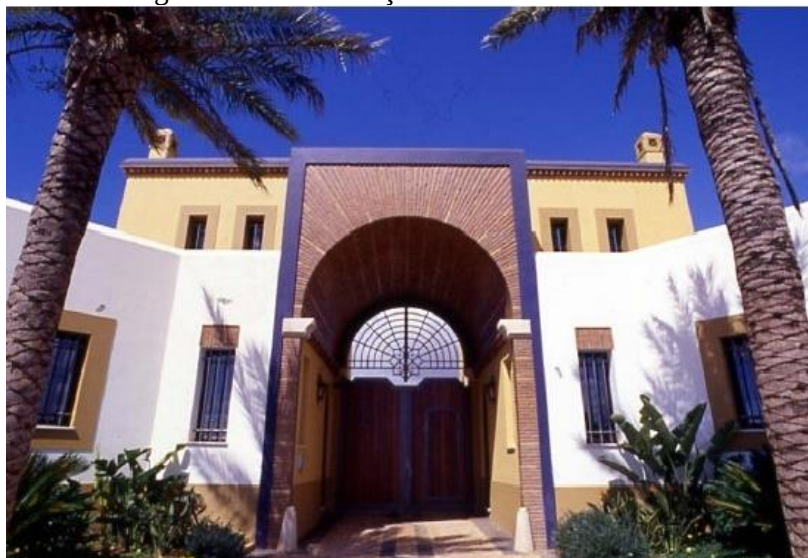
Figura 2.17 - Construção bem feita



Fonte: XAVIER; FREIRE; PEREIRA XAVIER, 2011.

Dessa forma, de acordo com Jalali e Eires (2008), pretende-se acabar com essa desajustada percepção e preconceitos em relação à construção em terra, uma vez que o material é de excelente qualidade e pode-se adotar uma nova aparência, mais aprimorada, como ilustra a Figura 2.18.

Figura 2.18 - Construção moderna em terra crua



Fonte: MOREIRA, 2009.

Neste sentido, Carvalho e Lopes (2012), concluem que o apelo ecológico é o tem feito renascer a arquitetura de terra que, atualmente é procurada não apenas pelas classes menos favorecidas, mas também pelas camadas mais privilegiadas da sociedade. Para os autores, é evidente a necessidade de implantar sistemas construtivos que se enquadrem nos parâmetros da sustentabilidade, ou seja, que façam o uso racional dos recursos naturais.

Para Jalali e Eires (2008), atualmente a nossa sociedade vê a terra crua como um material ligado à pobreza. Os autores afirmam que é necessário chamar a atenção para as potencialidades das construções em terra crua, dar a conhecer as técnicas mais utilizadas na atualidade e inovações de caráter científico desenvolvidas neste âmbito.

### 2.1.5 Importância

Segundo Tsai (2013), devido a esse crescente desenvolvimento urbano e o grande aumento de edificações, a consciência de que os recursos ambientais poderão acabar tem gerado preocupações consideráveis. Ainda de acordo com o autor, pesquisas mostram que, aproximadamente 50% dos recursos extraídos do meio natural são destinados à construção civil, e o Brasil é responsável por consumir cerca de 50% de madeira não certificada, 34% de água e 40% de outros recursos naturais e energia, apenas nessa atividade. O que torna a construção sustentável muito importante para a preservação da natureza, não apenas para a sociedade atual, mas também para as gerações futuras.

A construção em terra crua apresenta inúmeras potencialidades. Entre as mesmas, destaca-se sua grande relevância em aspectos relacionados à sustentabilidade nas edificações.

Conforme Rodrigues (2007), quanto aos 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.

Neste sentido, Carvalho e Lopes (2012), afirmam que a arquitetura de terra pode contribuir para a sustentabilidade na construção civil, pois se trata de um material que envolve menor consumo energético, gera menos rejeitos e tem baixa emissão de poluentes e apresenta excelente durabilidade, versatilidade e viabilidade econômica, além de sua importância histórico-cultural.

Para Carvalho e Lopes (2012), a terra crua vem sendo usada para a construção há milênios e têm demonstrado sua relevância e durabilidade, através de exemplos construídos sob diversas técnicas nos mais diferentes recantos do planeta, persistindo até nossos dias e desafiando as intempéries e o próprio tempo.

De acordo com Xaxá (2013), as inovações científicas e tecnológicas do último século melhoraram significativamente a construção em terra quanto à sua durabilidade, sua economia, sustentabilidade e estética, mediante uso das atuais tecnologias e, de certa forma, respondendo à necessidade de maior rapidez na execução das construções.

Deste modo, Carvalho e Lopes (2012), afirma que a arquitetura de terra é encontrada em todas as partes do mundo, através de técnicas diversas, devido à sua versatilidade, e que em cada local, é adaptada ao clima e aos condicionantes físicos existentes e aos materiais encontrados, adaptando-se ao meio local e às particularidades de cada região e satisfazendo às necessidades de bem-estar do homem.

A terra crua possibilita ainda benefícios relacionados à saúde. Além da forma não poluente de produção e aplicação, esta tecnologia construtiva também garante a ausência de efeitos prejudiciais na utilização e ocupação (RODRIGUES, 2007). Ainda segundo o autor, no ponto de vista cultural e humano é possível prosseguir com a tradição da arquitetura popular, utilizando materiais locais e respeitando o patrimônio existente ou permitir novas linguagens visuais em termos de arquitetura; e em determinadas condições é possível que as populações locais tomem a seu cargo a produção do seu *habitat* e envolvente, o que pode contribuir para a expressão dos direitos democráticos de cada um.

Conforme Tsai (2013) é comprovado que pessoas que moram em edificações sustentáveis têm melhor qualidade de vida. Para o autor, estudantes de escolas que utilizam

métodos sustentáveis tem o raciocínio mais rápido que os demais, e nos escritórios os funcionários se tornam mais produtivos.

### **2.1.6 Vantagens e desvantagens**

Como para todo e qualquer tipo de material, a terra crua apresenta vantagens e desvantagens em seu uso. Com relação às vantagens pode-se citar:

- Disponibilidade na natureza;
- Controle do ambiente, mantendo-o saudável;
- Propriedades térmicas favoráveis;
- Economia de energia em seu processo produtivo;
- Material de fácil obtenção;
- Sustentável (reincorporação na natureza).

Para Buson (2009), ao escolher um material de construção deve-se ter em consideração a sua qualidade e custo, bem como identificar quais as vantagens que o uso de tal componente pode trazer para a construção em termos de produtividade (redução de tempo de trabalho ou de mão-de-obra), de diminuição dos gastos com outros materiais, de redução de desperdícios, de resistência e durabilidade.

Em relação ao ambiente saudável, a terra crua absorve e libera a umidade se adaptando às modificações naturais do local. Barbosa e Ghavami (2007) exemplificam o controle de umidade relativa do ar nas edificações:

“Em um ambiente com 30 m<sup>2</sup> de paredes e 3 m de altura, quando a umidade subitamente passa de 50% para 80%, se forem de tijolos de terra crua, as paredes absorvem 9 litros de água em 48 h, ao passo que uma parede idêntica de tijolos cerâmicos só seria capaz de absorver 0,9 litros no mesmo período. Se ocorrer o contrário, a umidade relativa diminuir, as paredes de terra liberam de volta a umidade ao ambiente”.

Conforme Jalali e Eires (2008), 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.

Quanto à eficiência energética, a terra crua não recebe tratamentos térmicos como ocorre em outros tipos de materiais, tais como cimento, cal, cerâmica, aço, alumínio, entre outros, que exigem temperaturas altas em sua fabricação.

Outra grande vantagem relacionada a edificações, é que o material estudado é de fácil obtenção. Além disso, a produção de tijolos de terra crua pode ser feita manualmente; ao contrário de outros tipos de tijolos em que a fabricação requer equipamentos caros e um processo centralizado, além de profissionais devidamente qualificados.

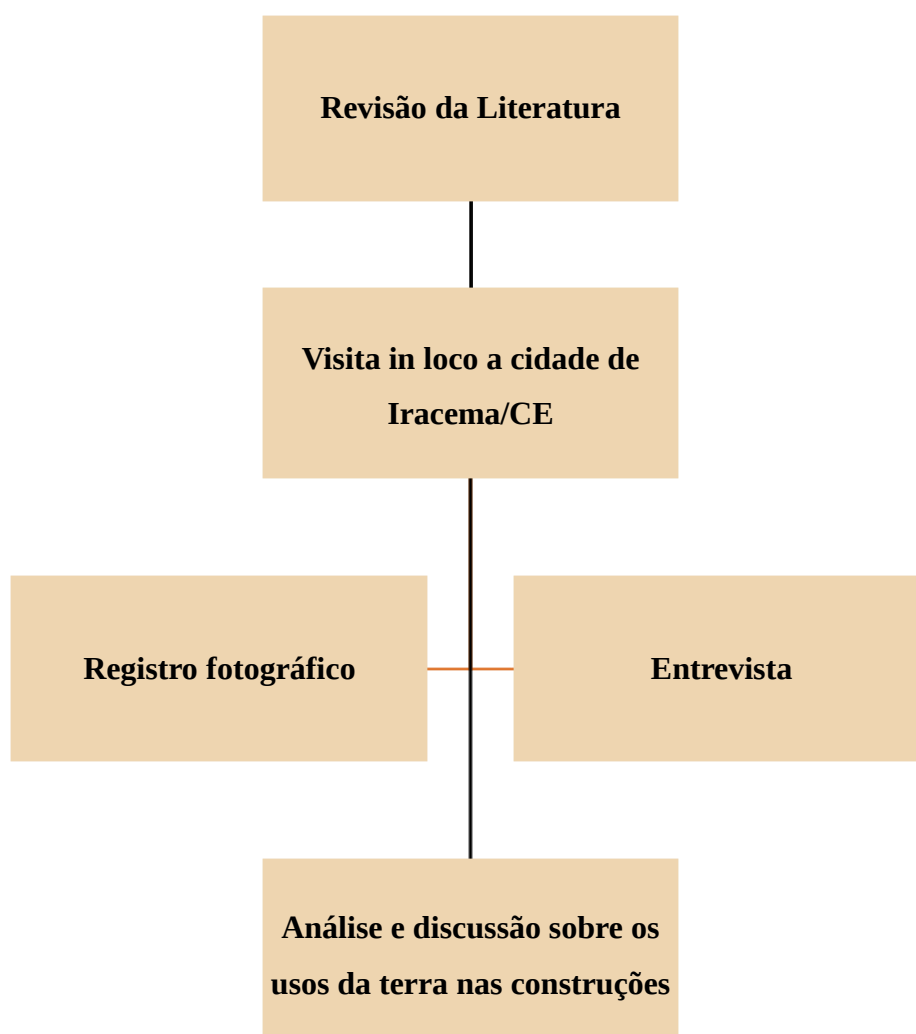
Segundo Lourenço, Brito e Branco (2002), em relação às desvantagens existentes, os principais fatores que limitam a utilização de terra em edificações são as patologias relacionadas à água e a estrutura. Para os autores, o princípio básico de construir em terra é evitar o contato entre as paredes e o 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.

De acordo com Lourenço, Brito e Branco (2002), 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. Para os autores, 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.

### 3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Na Figura 3.1 é apresentado um esquema da metodologia utilizada. Inicialmente foi realizada uma pesquisa em artigos técnicos, livros e meios eletrônicos sobre o uso da terra crua nas construções. Buscou-se um maior entendimento deste material, de suas propriedades, importância, vantagens e desvantagens, bem como verificar construções em terra no mundo.

Figura 3.1 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para este trabalho, realizou-se uma visita in loco com entrevistas e registro fotográfico nas construções com terra crua na cidade de Iracema/CE. Na Figura 3.2 é apresentada uma pequena área da cidade estudada, na qual os pontos em amarelo representam as edificações visitadas para a pesquisa.

Os locais escolhidos estão situados em diversas áreas da cidade, com o objetivo de mostrar a grande ocorrência deste tipo de construção no município. O ponto A indica a

primeira casa visitada, chamada de Casa 1 (C1). No ponto B temos a Casa 2 ou C2. E, sucessivamente, nos pontos C, D e E, encontram-se as Casas 3 (C3), 4 (C4) e 5 (C5), respectivamente.

Figura 3.2: Região de estudo, Iracema/CE



Fonte: Google Earth, adaptado.

As visitas foram realizadas com o intuito de comparar a realidade observada no local com os demais tipos de construções com terra crua. Durante a visita, foi realizado o registro fotográfico de cada uma das edificações e uma entrevista, com um morador de cada uma das casas.

Na entrevista, foram realizadas as seguintes perguntas:

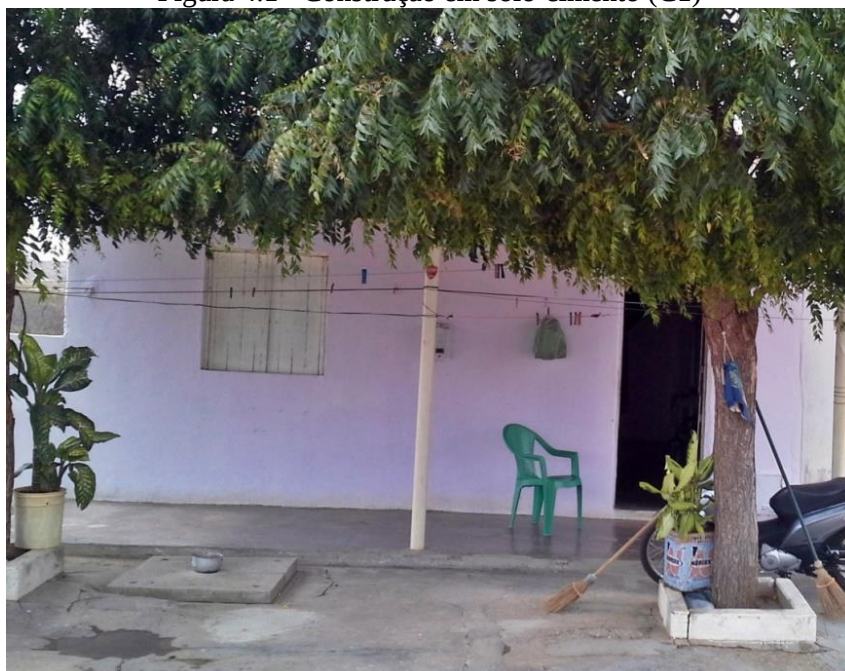
- 1 – Quantas pessoas residem nesta casa?
- 2 – Há quanto tempo esta residência foi construída?
- 3 – Qual o local de origem do material utilizado para a construção?
- 4 – Quem a construiu?
- 5 – O (a) senhor (a) considera sua casa confortável? Por quê?
- 6 – Já sofreu algum preconceito em relação ao tipo de sua moradia?

## 4. ESTUDO DE CASO: EDIFICAÇÕES EM TERRA CRUA NA CIDADE DE IRACEMA/CE

### 4.1 EDIFICAÇÕES VISITADAS

Inicialmente, os moradores foram indagados em relação à quantidade de pessoas que residem em sua casa. Na primeira casa visitada, construída de solo-cimento e mostrada na Figura 4.1, residem atualmente duas pessoas. A construção está situada na Rua José Maria Bessa, Bairro Centro.

Figura 4.1 - Construção em solo-cimento (C1)



Fonte: autor, 2015.

Em seguida, foram analisadas duas residências da Rua São José, Bairro São José. A primeira é constituída de taipa de mão (Figura 4.2), e nela residem duas pessoas. A segunda residência (Figura 4.3) visitada nessa rua foi construída com adobe e nela residiam nove pessoas. No entanto, o morador relatou que todos se mudaram e ele acabou ficando só: “Por hora só estou morando eu porque fiquei viúvo, mas eram nove pessoas contando eu, minha mulher, meus filhos e alguns netos”.

Figura 4.2 - Casa de taipa de mão (C2)



Fonte: autor, 2015.

Figura 4.3 -Edificação em adobe (C3)



Fonte: autor, 2015.

Na sequência, foi visitada pequena fazenda na Rua Erasmo Porto, Bairro Holandino, ilustrada na Figura 4.4, feita de adobe. Nesta edificação, residem atualmente seis pessoas.

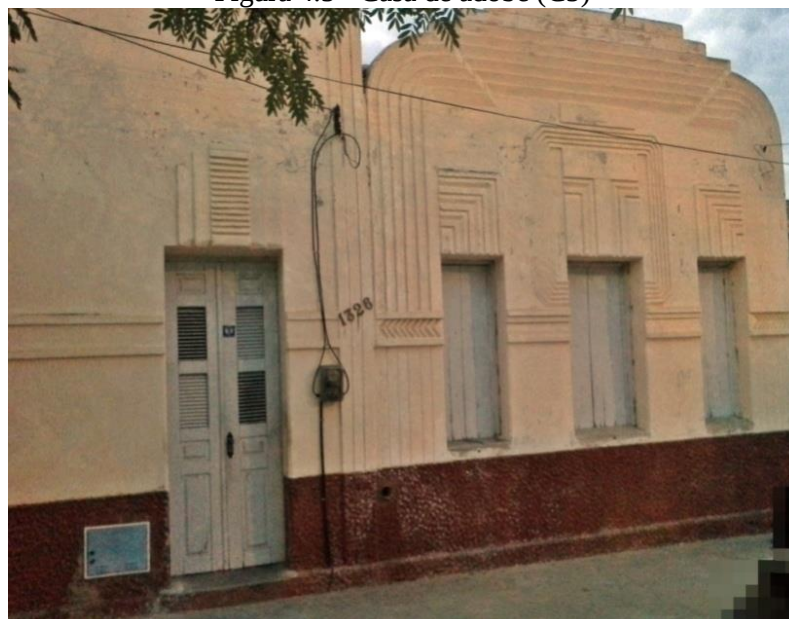
Figura 4.4 - Construção em adobe (C4)



Fonte: autor, 2015.

A última casa visitada é localizada na Rua Gervázio Holanda, Bairro Centro, e também é constituída de adobe. A edificação apresentada na Figura 4.5, é uma das construções mais antigas da cidade.

Figura 4.5 - Casa de adobe (C5)



Fonte: autor, 2015.

A seguir, são apresentados os relatos das entrevistas e a experiência de moradia em edificações de terra crua.

## 4.2 TEMPO DE CONSTRUÇÃO

Quanto ao tempo de construção, a casa mais recente é a C1 construída há aproximadamente 15 anos. Em seguida temos as casas 4, 2 e 3 com, respectivamente, 35 anos, 40 e 42 anos. Por fim, encontra-se a C5 com aproximadamente 60 anos.

Segundo a atual moradora da C5: “Faz 25 anos que eu moro nesta casa. Mas, ela é uma das casas mais antigas de Iracema, do tempo que ainda nem era cidade, essa casa era umas das que pertencia à fazenda que deu origem a cidade”. A entrevistada relatou ainda que mesmo depois de tanto tempo, sua residência permanece em bom estado de conservação, como mostra a Figura 4.6.

Figura 4.6 - Interior da casa 5



Fonte: autor, 2015.

O conhecimento antigo, utilizado de forma adequada e bem adaptado às novas tecnologias para este material, pode permitir formas inovadoras de melhorar a durabilidade e o desempenho de edifícios de terra (EIRES; CAMÕES; JALALI, 2012).

A durabilidade da construção é diretamente proporcional a aplicação de bons critérios e arte da construção. Inúmeros exemplos da História da humanidade que ainda perduram constituem prova disso (GANDUGLIA, 2012); como por exemplo, a muralha da China (Figura 2.2) e a Pirâmide de Uxmal no México (Figura 2.11).

De acordo com Jalali e Eires (2008), a terra crua apresenta inúmeras potencialidades. O autor afirma que as técnicas mais utilizadas na atualidade e algumas inovações científicas podem melhorar ainda mais esse material em relação às suas propriedades, mais especificamente, sua durabilidade.

Para Eire, Camões e Jalali (2012), as novas construções em terra, bem como a reabilitação e conservação do patrimônio existente, necessitam de conhecimentos científicos que permitam obter uma maior durabilidade, sendo esta, condicionada particularmente pela

erosão causada com ação da água, sobretudo em países com elevado índice de pluviosidade. Para os autores, quando analisadas as antigas técnicas de construção, é notório que as mesmas possibilitam a proteção da terra em relação à ação da água, visto que diversas construções antigas que utilizaram terra na sua construção se conservaram, durante vários séculos, resistindo às intempéries.

#### 4.3 MATERIAL E CONSTRUÇÃO

Em relação ao local de origem do material utilizado para a construção das residências, constatou-se que na maioria dos casos o material é retirado de locais próximos à própria construção; como por exemplo, nas casas 3, 4 e 5. Sendo que na C3: “O material veio da Várzea alegre (sítio próximo), do terreno do meu amigo Moliquinho”. Na casa 4: “O barro foi tirado de um baixil, perto aqui da casa, ao lado do açude do Holandino”. E na C5: “Foi retirado da fazenda mesmo, onde foram construir”.

A terra crua é um material de fácil obtenção, pois segundo Minke (2005) é o material natural de maior ocorrência na maioria das regiões do mundo. Para Ponte (2012), o fato de a terra crua ser facilmente encontrada, aliado a métodos cada vez mais mecanizados e inovadores, fazem da terra algo mais do que um simples material de construção.

O morador da casa 2 não soube responder. E na casa 1 feita de solo-cimento, o tijolo usada para a construção veio de uma fábrica localizada na cidade vizinha, Alto Santo, há 35 km da região estudada. Vale ressaltar que esta fábrica continua em pleno funcionamento até a presente data.

Deste modo, pode-se perceber com as duas últimas perguntas que a C1 é a mais recente e a única construída com tijolos industrializados. Portanto, fica evidente a evolução da terra crua no que diz respeito a sua inserção na indústria e sua competitividade.

A terra é um material que se enquadra na vontade de revolução na arquitetura e na construção; é capaz de acompanhar a modernidade e os desafios futuros (PONTE, 2012). De acordo com Correia (2006), a terra encontra-se na atualidade em pleno renascimento em diversos países de todo o mundo. Ainda segundo o autor, este “renascimento” está associado à revisão ou mesmo criação de Normativas Nacionais, ou Regulamentação, que permite edificar, legalmente. A aposta em materiais mais ecológicos, recicláveis e naturais abriu caminho para a este tipo de construção.

Dando continuidade a entrevista, a próxima discussão refere-se a quem construiu cada edificação. Os moradores das casas 2, 4 e 5 não souberam responder. Entretanto, na C1 e na

C3 os relatos foram semelhantes; em ambos os casos as edificações foram construídas por amigos que atuam ou atuaram do setor da construção civil.

Porém, nem sempre é fácil de encontrar profissionais que trabalhem com este tipo de edificação. O arquiteto Cydno da Silveira conta em entrevista que ao construir casas de pau-a-pique em Búzios – com padrões de classe média alta – deparou-se com a reação de um pedreiro que trabalhava na obra: este não queria ser fotografado trabalhando na construção daquela casa (SILVA, 2000).

De acordo com Silva (2000), neste caso fica claro que há um preconceito contra a técnica de edificação a partir da terra crua, já que a casa que se estava construindo era de alto padrão [...] e mesmo assim o funcionário não queria ter sua imagem associada, pois considerava que isso iria depor contra sua imagem profissional.

Contudo, considerou-se enquanto experiência arquitetônica, que Cydno foi bem sucedido na execução de sua casa. O arquiteto conseguiu provar que é possível construir uma casa bonita, confortável e resistente, utilizando-se a técnica do pau-a-pique, e não apenas casas pobres e precárias, como pensa a maior parte da população brasileira em relação a esta técnica (SILVA, 2000).

#### 4.4 CONFORTO

Em relação ao conforto, a maioria dos entrevistados consideram as suas casas confortáveis. Apenas a moradora da Casa 2 relatou que: “Em termos de conforto, eu acho que o chão e a parede causam muita poeira porque não são corretamente revestidos, então isso é desconfortável. Mesmo assim eu ainda acho bom porque ela é fria”. A Figura 4.7 apresenta o registro fotográfico do interior da Casa 2.

Figura 4.7 - Interior da casa 2



Fonte: autor, 2015.

Apesar desse relato, a moradora revela sua satisfação quanto às condições térmicas do material. Em relação ao conforto, vários autores como Silva (2000), Ferreira (2009), Correia (2006) e Stringueto e Bis (2013), concordam sobre o excelente conforto térmico que edificações construídas com terra crua proporcionam.

De acordo com Silva (2000), o conforto térmico das construções em terra crua tem a capacidade de manter constante a temperatura interna das casas, independente da temperatura externa está alta ou baixa. A condutibilidade térmica das paredes de terra crua é tal, que corresponde à metade da condutibilidade das paredes feitas de tijolo cozido. Segundo a autora, para se 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.

Ainda de acordo com Silva (2000), as paredes transmitem e recebem calor do ambiente, de modo que a temperatura do ar no interior de ambientes fechados está diretamente relacionada às paredes deste ambiente. Ainda de acordo com a autora, o material do que são feitas as paredes e a capacidade de condução térmica que este material oferece, implica em uma grande influência nas condições de conforto térmico de um ambiente.

Neste sentido, a terra crua permite no inverno conservar o calor no interior da habitação, e no verão retém o ar fresco no espaço interior; possibilitando assim uma infinidade de aplicações (CORREIA, 2006).

Em entrevista a Stringueto e Bis (2013), o arquiteto Gugu Costa, de São Paulo, coloca na marca do termômetro o prazer que essa característica da terra traz, 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”.

Silva (2000) explica que o ser humano produz calor constantemente, isto ocorre devido ao metabolismo; e este calor produzido precisa ser liberado ao meio para que o organismo se mantenha em equilíbrio. A autora ressalta que essa liberação de calor deve se dar em níveis adequados, pois quando o indivíduo não consegue liberar o calor produzido em seu corpo, ou libera uma quantidade maior que o necessário, isto causa um grande desconforto. Para a autora, o conforto térmico está relacionado com a possibilidade de liberação do calor corporal, que o ambiente proporciona aos seus ocupantes.

Os moradores das edificações 4 e 5, também relatam a satisfação com a moradia feita com terra crua. Na C4 a moradora conta que: “A casa é arejada e fria. Acho muito melhor essas paredes desse tijolo do que do tijolo bloco, até porque elas têm mais segurança”. A Figura 4.8 mostra um dos quartos da casa 4, onde é possível observar a utilização da terra crua também na construção de móveis, tais como a cama e os acentos ao lado.

Figura 4.8 - Quarto da casa 4



Fonte: autor, 2015.

Na casa 5, o entrevistado disse: “as paredes são resistentes e frias”. A partir desse relato, verifica-se outro fator de grande relevância nestas construções, a resistência do material utilizado.

Quanto à resistência do material, Ponte (2012) afirma que a sua durabilidade deste material é comprovada pela passagem dos séculos – o saber empírico transmitido pelas gerações era tão forte que o dotava o homem de um conhecimento profundo na manipulação do material e na sua relação com o meio ambiente. Segundo a autora, a chuva, os ventos, os sismos, faziam parte do seu planejamento; desta forma as antigas e grandiosas estruturas mostrando-se sobreviventes ao longo dos séculos. Na verdade, são mais de 10 mil anos de história que comprovam as potencialidades do material.

O fator tempo tem um papel fundamental na resistência final da terra, sobre isso Ponte (2012), comenta que as paredes apresentam maior fragilidade durante os primeiros anos de sua vida, pois nesta fase ainda não têm adquirido endurecimento suficiente, principalmente no que diz respeito à sua relação com os agentes climáticos.

Ainda em relação à quinta análise, os moradores das casas C1 e C3 responderam, respectivamente: “Minha casa é confortável devido a localização” e “Considero confortável

sim, porque é minha e foi eu quem construí. Minhas filhas quando vem passear em Iracema vem tudo pra cá, minhas netas também. Se a casa não fosse boa elas não vinham”.

#### 4.5 PRECONCEITO

Para finalizar a entrevista, foi abordada uma discussão bastante comentada ao longo deste trabalho: o preconceito ainda existente em relação às edificações em terra crua. Quando questionada se já sofreu algum preconceito em relação ao tipo da sua moradia, a proprietária da casa 2 conta que já passou por situações constrangedoras por morar em uma casa de taipa. Ela afirmou que já escutou frases como: “Você mora aqui?”, “É esta a sua casa?” e “Dá pra morar aí?”, e que infelizmente, estas são comuns em seu cotidiano. Portanto, a mesma afirmou: “Eu já sofri preconceito sim, várias vezes”.

A entrevistada relatou ainda que seu marido também já sofreu preconceito. O mesmo trabalha no setor da construção civil, e se depara sempre com o mesmo ditado popular: “Casa de ferreiro, espeto de pau”. A entrevistada conta que: “Eu não me sinto bem ao ouvir essas coisas. Nem eu, nem ele e nem a nossa filha. Eu sei que as pessoas às vezes não falam por mal, mas mesmo assim é desagradável”.

A falta de confiança na terra é bastante evidente e relaciona-se principalmente com motivos culturais e com a falta de conhecimento na matéria, gerando preconceitos (PONTE, 2012). Para Silva (2000), o preconceito é algo que pode ser adquirido histórica ou culturalmente ou pode partir do próprio sujeito, pois infelizmente todos somos capazes de cometer em maior ou menor grau, atos preconceituosos. Ainda de acordo com a autora, a grande maioria das pessoas, porém não o admite, o que torna esse um problema algo de grande complexidade.

Os demais entrevistados (C1, C3, C4 e C5) falaram nunca ter sofrido nenhum tipo de preconceito. É importante enfatizar que todas as entrevistas foram realizadas na mesma cidade, em um pequeno município do interior do Ceará onde praticamente todos os habitantes locais se conhecem. Portanto, há pessoas em comum que convivem com a maioria dos entrevistados. Então, como se explica o fato de apenas uma pessoa já ter sofrido algum tipo de preconceito?

Para Silva (2000), as construções em terra sofrem forte rejeição por parte da população brasileira, sendo que parte desta é baseada em conceitos e parte em preconceitos, ou seja, uma parte dessa rejeição é baseada em conceitos fundamentados; e outra parte é baseada em ideias infundadas, fruto da falta de conhecimento de algumas pessoas a respeito

destas técnicas construtivas, já que o próprio sistema de ensino das universidades está totalmente voltado para as técnicas industrializadas.

As várias técnicas que compõem este sistema são bastante heterogêneas entre si e podem se adaptar às mais diversas formas e soluções arquitetônicas, tal é a plasticidade e a versatilidade da terra crua como material de construção (SILVA, 2000). De acordo com a autora, o sistema construtivo em terra crua pode atender a soluções arquitetônicas das mais simples às mais sofisticadas.

Assim, diante de tais evidências, pode-se perceber que, no que diz respeito ao aspecto da miséria e da pobreza, esse material está associado injustamente (SILVA, 2000).

Portanto, o fato de apenas um dos entrevistados ter passado por uma situação preconceituosa pode ser explicado ao se analisar todas as edificações visitadas (Figura 4.1 a 4.5). Quando se observa os registros fotográficos de todas as edificações visitadas, verifica-se que com exceção da edificação C2, as demais casas possuem revestimento. E, portanto, a fachada não apresenta indícios de que a edificação foi construída com terra crua. Dessa forma, fica claro que se as outras residências não tivessem revestimento na fachada os seus moradores provavelmente teriam relatado situações preconceituosas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antigamente a terra foi um dos materiais mais utilizados no mundo inteiro no setor da construção civil. Desde então suas vantagens e potencialidades eram conhecidas e apreciadas. Com o passar do tempo e o avanço de novas técnicas construtivas, criou-se um discernimento inadequado entre as técnicas existentes, e assim a terra passou a ser considerada como sinônimo de pobreza.

Assim, neste trabalho buscou-se o resgate do uso da terra crua nas edificações, através de relatos de pessoas que residem em edificações construídas com terra. Mediante visita *in loco* ao município de Iracema/CE, pode-se comprovar na prática o que foi estudado na literatura e analisar o uso da terra crua principalmente quanto ao conforto e ao preconceito da moradia.

Pôde-se constatar que a terra é um material de fácil obtenção, visto que na maioria dos casos estudados o material para construção foi obtido próximo ao local da própria edificação. Além disso, as construções com terra envolvem menor consumo energético, gera menos rejeitos e tem baixa emissão de poluentes e apresenta excelente versatilidade e viabilidade econômica, além de sua importância histórico-cultural.

A terra crua apresenta desempenho superior ao de muitos outros tipos de materiais no que se refere ao conforto térmico e sua durabilidade. Estas, e outras características vantajosas das construções com terra, foram ressaltadas pelos moradores durante as entrevistas. Porém, ainda são comuns relatos de preconceito em relação a esta técnica construtiva.

Foi possível concluir que, dentre os materiais sustentáveis e as tecnologias consideradas não convencionais, a terra crua tem lugar de destaque devido às suas propriedades, possibilidade de renovação, pequeno gasto energético em sua fabricação, facilidade de obtenção e manuseio.

Portanto, pretende-se chamar a atenção para as potencialidades das construções com terra crua e divulgar as técnicas mais utilizadas na atualidade e inovações de caráter científico desenvolvidas neste âmbito. Como tal, estas inovações podem mudar a impressão preconceituosa em relação à construção em terra, uma vez que o material é dotado de uma excelente qualidade e nova aparência.

## REFERÊNCIAS

ANDREATTA, Mateus et al. **Pau-a-pique**. 2007. Disponível em: <[http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09\\_ida/idabanco4/cadastro/p\\_cadastro/processo/Corpo\\_centro\\_processo\\_2.php?idProcesso=13](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09_ida/idabanco4/cadastro/p_cadastro/processo/Corpo_centro_processo_2.php?idProcesso=13)>. Acesso em 19 outubro 2015.

ANGER, Romain et al. Construire en terre, une autre voie pour loger la planète. Secteur prive et développement, revue de **PROPARCO**, n. 10, p.18-21, maio 2011.

ABC TERRA (Brasil). **Obras desenvolvidas com a utilização de diversas técnicas de construção com terra crua**. 2013. Disponível em: <<http://www.abcterra.com.br/index2.htm>>. Acesso em 19 de outubro 2015.

BARBOSA, Normando Perazzo. Transferência e Aperfeiçoamento da tecnologia Construtiva com Tijolos Prensados de Terra Crua em Comunidades Carentes. In: **Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento da Construção Habitacional**. [S.I.] Coletânea Habitare/Inovação, 2003.

BARBOSA, Normando Perazzo; GHAVAMI, Khosrow. **Terra crua para edificações**. In. ISAIA, G. C. (Org.). Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais. [S.I.] IBRACON, 2007.

BARBOSA, Normando Perazzo; MATTONE, Roberto; MESBAH, Ali. **Blocos de Concreto de Terra: Uma Opção Interessante Para a Sustentabilidade da Construção**. 2015. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/268431190\\_Blocos\\_de\\_Concreto\\_de\\_Terra\\_Uma\\_Opo\\_Interessante\\_Para\\_a\\_Sustentabilidade\\_da\\_Construo](http://www.researchgate.net/publication/268431190_Blocos_de_Concreto_de_Terra_Uma_Opo_Interessante_Para_a_Sustentabilidade_da_Construo)>. Acesso em 22 outubro 2015.

BARBOSA, N. P.; MATTONE, R.; MESBAH, A. Blocos de Concreto de Terra: Uma opção interessante para sustentabilidade da construção. Coletânea Habitare - vol. 2 - Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional, 2008.

BOUTH, Jorge Alberto Cardoso. **Estudo da Potencialidade da produção de tijolos de adobe misturado com outros materiais**: uma alternativa de baixo custo para a construção civil. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

BORGES, Luiara Vidal dos Santos; COLOMBO, Ciliana Regina. Construções com Terra: Alternativa voltada à sustentabilidade, 2009. Disponível em <[http://www.blogdoalon.com/ftp/ART\\_150709.pdf](http://www.blogdoalon.com/ftp/ART_150709.pdf)>. Acesso em 19 de outubro de 2015.

BRASIL. PORTAL SÃO FRANCISCO. **Pirâmides do Egito**. 2013. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/piramides/piramides-do-egito.php>>. Acesso em 19 outubro 2015.

BUSON, Márcio Albuquerque. **Kraftterra**: Desenvolvimento e análise preliminar do desempenho técnico de componentes de terra com a incorporação de fibras de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para vedação vertical. 2009. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

CARVALHO, J et al.. **Construções de tabique na região de Trás-os-Montes e Alto Douro**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. UTAD. Vila Real. 2008.

CARVALHO, Thaís Márjore Pereira de; LOPES, Wilza Gomes Reis. A arquitetura de terra e o desenvolvimento sustentável na construção civil. **ViiConnepi: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, Palmas, p.1-7, 19 out. 2012.

COELHO, Ana Cristina Villaça. **As técnicas vernaculares de construção aliadas à inovação tecnológica: um possível caminho para a sustentabilidade?**. Lisboa: Dir. Ed. Filipe Jorge, 2007. (V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal).

CORREIA, Mariana. 10., 2006, Vila Nova de Cerveira. **TERRA: FORMA DE CONSTRUIR**. Vila Nova de Cerveira: Escola Superior Gallaecia, 2006. 8 p.

EIRES, R.; CAMÕES, Aires; JALALI, Said. **Construção em terra: desempenho melhorado com incorporação de biopolímeros**. 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/21010>>. Acesso em 22 outubro 2015.

EIRES, R.; CAMÕES, A.; JALALI, S. Earth architecture: ancient and new methods for durability improvement. **Structures And Architecture: Concepts, Applications and Challenges**, Portugal, p.1-9, 2013.

FERREIRA, Saulo Rocha; SILVA, Adeildo Cabral da. **CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS DE ADOBE COM ADIÇÃO DE FIBRAS VEGETAIS DO COCO VERDE**. 2009. Disponível em: <[http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2009/2009\\_artigo\\_076.PDF](http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2009/2009_artigo_076.PDF)>. Acesso em: 04 nov. 2015.

Gandreau D., Delboy L., sous la direction de Joffroy T., CRAterre-ENSAG, 2010. Patrimoine mondial, Inventaire et situation des biens construits en terre, UNESCO/CH/CPM, Paris.

GANDUGLIA, Maurício. **ARQUITECTURA DE TERRA NO MONOXIDO: Do projeto à construção**. Luanda-angola: Desempenho Melhorado Com Incorporação de Biopolímeros, nov. 2012.

GONÇALVES, Teresa Diaz; GOMES, Maria Idália. **CONSTRUÇÃO DE TERRA CRUA: POTENCIALIDADES E QUESTÕES EM ABERTO. Engenharia Para A Sociedade: Investigação e inovação**, Lisboa, p.2-8, jun. 2012.

JALALI, Said; EIRES, Rute. **Inovações científicas de construção em terra crua**. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Azurém, Portugal, 2008.

LOURENÇO, Patrícia; BRITO, Jorge de; BRANCO, Fernando. Novas tecnologias na aplicação de terra crua na construção. Companhia de Arquitetura e Desing. 2002. Disponível em: <<http://planetacad.com/PresentationLayer/ResourcesUser/Imagens/conhecimento/estudos/terra2/terra2.pdf>>. Acesso em: Maio de 2015.

MATOS, Alisson Chaves. **USO DA TERRA CRUA EM BLOCOS DE TERRA COMPACTADA**. 2012. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

MEIRELES, Roberto. **A terra como material de construção**. 2013. Disponível em: <[http://robertomeirelesprojetos.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://robertomeirelesprojetos.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em 23 outubro de 2015.

MINKE, Gernot. **Manual de construcción em Tierra**: La tierra como material de ocntrucción y su aplicación en la arquitectura actual. Alemanha: Editorial Fin de Siglo, 2005. 222 p.

MINKE, G. **Building with Earth, Design and Techonology of Sustainable Architecture**. Basel-Berlim-Boston. Birkhäuser. 2006.

MOREIRA, Anabela Mendes. **Terra Crua**. 2009. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Área de Construção, Departamento de Engenharia Civil, Escola Superior de Tecnologia de Tomar, 2009.

NEVES, Célia M. Martins et al.. **SELEÇÃO DE SOLOS E MÉTODOS DE CONTROLE EM CONSTRUÇÃO COM TERRA: PRÁTICAS DE CAMPO**. **Proterra**, Projeto de Investigação, v. 6, n. , p.1-31, maio 2005.

PICORELLI, Lecy C.. **Construção de terra**: Cidades e Monumentos de Adobe: Novo México. 2011. Disponível em: <<http://lecycpicorelli-bioarquitetura.blogspot.com.br/2011/08/construcao-de-terraparte-27-cidades-e.html#axzz3loNjC0IB>>. Acesso em 15 de setembro de 2015.

PONTE, Maria Manuel Correia Costa da. **ARQUITETURA DE TERRA**: o desenho para a durabilidade das construções MARIA MANUEL CORREIA COSTA DA PONTE Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra Departamento de. 2012. 316 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Departamento de Arquitetura, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012.

RODRIGUES, Paulina Faria. Construções em terra crua: Tecnologias, potencialidades e patologias. In: RODRIGUES, Paulina Faria. **MUSA**: Museus, arqueologia & outros patrimônios. Setúbal: Fórum Intermuseus do Distrito de Setúbal (fids) e Museu de Arqueologia e Etnografia do Distrito de Setúbal (maeds), 2007. p. 149-155.

SIDI, Ali Ould; JOFFROY, Thierry. ... **mystérieuseTombouctou**. França: Craterre - Ensag, 2010. 40 p.

SILVA, Cláudia Gonçalves Thaumaturgo da. **Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua**. 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, São Paulo, 2000.

STRINGUETO, Kátia; BIS, Keila. **Adobe para todos**. 2013. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/adobe-para-todos-terra-presente-em-casas-sustentaveis-modernas-746981.shtml?func=2>>. Acesso em 18 de outubro 2015.

TSAI, Angélica LaiThyen. **A INOVAÇÃO E A IMPORTÂNCIA DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2013. 420 p.

XAVIER, Alvino Galdino; FREIRE, Sheila Azevedo; PEREIRA XAVIER, Maria Ângela. Uso do Solo-Cimento com Tijolo Mattone em Construções de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Disponível em: <<http://sea.faesa.br/trabalhos/USO%20DO%20SOLOCIMENTO%20COM%20TIJOLO%20MATTONE%20EM%20CONSTRU%C3%87%C3%95ES%20DE%20ESTABELECIMENTOS%20ASSISTENCIAIS%20DE%20SA%C3%9ADE.pdf>> Acesso no dia 19 de outubro de 2015.

XAXÁ, Mateus Soares da Silva. **Construção com Terra Crua: Bloco Mattone**. 2013. 44 f. Monografia (Especialização) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.