



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS  
CAMPUS PALMAS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**GABRIEL COELHO DURÃES**

**ETAPAS CONSTRUTIVAS DE OBRAS TRADICIONAIS TOCANTINENSES**

**PALMAS  
2025**

**GABRIEL COELHO DURÃES**

**ETAPAS CONSTRUTIVAS DE OBRAS TRADICIONAIS TOCANTINENSES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Bacharel no Curso Superior de Engenheiro  
Civil do Instituto Federal do Tocantins,  
Campus Palmas.

Orientador: Rodrigo Araujo Fortes

**PALMAS**

**2025**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

---

D948e    Durães, Gabriel Coelho  
          ETAPAS CONSTRUTIVAS DE OBRAS TRADICIONAIS  
          TOCANTINENSES / Gabriel Coelho Durães. – Palmas, TO, 2025.  
          73 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus  
Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientador: Me. Rodrigo Araujo Fortes

1. Construção. 2. Tradicional. 3. Tocantins.

**CDD 624**

---

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**GABRIEL COELHO DURÃES**

### ETAPAS CONSTRUTIVAS DE OBRAS TRADICIONAIS TOCANTINENSES

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do curso de Engenharia Civil  
Instituto Federal do Tocantins - Campus  
Palmas, como exigência à obtenção do grau em  
Engenheiro Civil.

Aprovado em: 12 / 02 / 2025

### BANCA AVALIADORA

Documento assinado digitalmente  
 **RODRIGO ARAUJO FORTES**  
Data: 19/03/2025 12:05:27-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Me. Rodrigo Araujo Fortes  
Orientador

Documento assinado digitalmente  
 **ADRIANO DOS GUIMARAES DE CARVALHO**  
Data: 19/03/2025 13:15:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Adriano dos Guimarães de Carvalho

Documento assinado digitalmente  
 **PAULO ROBERTO DE OLIVEIRA JUNIOR**  
Data: 19/03/2025 12:25:17-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Me. Paulo Roberto de Oliveira Júnior

Dedico esse trabalho a todos os setores da engenharia e arquitetura, ao Instituto Federal do Tocantins e à minha família e meus amigos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Me. Rodrigo Araujo Fortes, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória para o fechamento deste trabalho. Aos meus colegas do SL (*Snoop Lion*) por me acompanharem até o final e aos que formaram antes e não me esperaram. Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, ao meu pai Dr. Francisco Batista Durães, minha mãe Cristiane Pereira Coelho e minha irmã Yara Coelho Durães pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio, minha existência eu devo a vocês. Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa, isso inclui todos os meus amigos que estiveram ao meu lado isso inclui a minha banda Bardozz e aos amigos da banda que fazem meu lado artístico viver e que ainda vive mesmo que deixado parcialmente por um momento para realização dessa obra.

## RESUMO

Este estudo analisa as técnicas construtivas tradicionais no Tocantins, com foco em alvenaria, esquadrias e revestimentos, a partir de edificações históricas e influências culturais. Aborda o uso de materiais como adobe, madeira e cal, contextualizando historicamente seu uso e descrevendo suas propriedades e processos de aplicação. O objetivo é fornecer um guia prático e teórico para a construção e restauração de edificações com técnicas tradicionais, promovendo a preservação do patrimônio histórico do Tocantins e a sustentabilidade na construção civil. A pesquisa destaca a importância de considerar características regionais e o conhecimento tradicional na escolha de materiais e técnicas construtivas, valorizando a identidade cultural tocantinense e incentivando práticas construtivas mais sustentáveis.

**Palavras-chave:** Arquitetura vernacular. Tocantins. Adobe. Patrimônio histórico. Construção tradicional.

## **ABSTRACT**

This study analyzes traditional construction techniques in Tocantins, focusing on masonry, joinery, and coatings, based on historical buildings and cultural influences. It addresses the use of materials such as adobe, wood, and lime, contextualizing their historical use and describing their properties and application processes. The goal is to provide a practical and theoretical guide for constructing and restoring buildings using traditional techniques, promoting the preservation of Tocantins' historical heritage and sustainability in construction. The research highlights the importance of considering regional characteristics and traditional knowledge when choosing construction materials and techniques, valuing Tocantins' cultural identity and encouraging the application of more sustainable construction practices.

**Keywords:** Vernacular architecture. Tocantins. Adobe. Historical heritage. Traditional construction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> – Habitação tradicional de pau a pique, Venezuela .....                                                                        | 14 |
| <b>Figura 2</b> - Sistema pré-fabricado para pau a pique, Brasil .....                                                                         | 15 |
| <b>Figura 3</b> - Dimensões de Competência.....                                                                                                | 16 |
| <b>Figura 4</b> - Fundação de pedra canga normalmente encontrada em Natividade.....                                                            | 19 |
| <b>Figura 5</b> - Fundação em tijolo de adobe .....                                                                                            | 20 |
| <b>Figura 6</b> - Demonstração de um taipal .....                                                                                              | 22 |
| <b>Figura 7</b> - Uma demonstração das amarrações de tijolo de adobe seguem a norma ABNT<br>NBR 16868 de alvenaria estrutural .....            | 23 |
| <b>Figura 8</b> - Secagem de tijolos crus ao ar livre numa olaria, Alemanha.....                                                               | 24 |
| <b>Figura 9</b> - Teste de expansão e retração .....                                                                                           | 25 |
| <b>Figura 10</b> - Fissuras de retração que aparecem após a secagem de adobes industriais que<br>foram molhados por uma chuva .....            | 25 |
| <b>Figura 11</b> - Amostras de barro antes (esquerda) e depois (direita) de serem expostas às<br>inclemências do tempo durante três anos ..... | 30 |
| <b>Figura 12</b> - Reparo com espátula remoção das partes deterioradas.....                                                                    | 36 |
| <b>Figura 13</b> - Piso de terra batida antes do tratamento mostrando as fissuras.....                                                         | 38 |
| <b>Figura 14</b> - Exemplificação de terra batida após o tratamento.....                                                                       | 39 |
| <b>Figura 15</b> - Modelo para piso moderno de terra batida .....                                                                              | 39 |
| <b>Figura 16</b> - Execução de um piso de terra batida .....                                                                                   | 39 |
| <b>Figura 17</b> - Demonstra que o piso teve três fases: a do chão batido, a do ladrilho de barro e a<br>do cimento queimado vermelhão.....    | 40 |
| <b>Figura 18</b> - Assoalhos de madeira .....                                                                                                  | 41 |
| <b>Figura 19</b> - Execução de um piso de terra batida com blocos de madeira .....                                                             | 41 |
| <b>Figura 20</b> - Casa Lumke demonstra piso de madeira e estrutura enxaimel.....                                                              | 42 |
| <b>Figura 21</b> - Piso em pedras num ambiente modernizado .....                                                                               | 42 |
| <b>Figura 22</b> - Cal utilizada .....                                                                                                         | 44 |
| <b>Figura 23</b> - Carro do IFTO com Materiais .....                                                                                           | 44 |
| <b>Figura 24</b> - Bandeja de pintura, luva e trincha utilizados na pintura pelo IFTO.....                                                     | 45 |
| <b>Figura 25</b> - Preparativos para a realização da mistura.....                                                                              | 46 |
| <b>Figura 26</b> - Preparativo para mistura apenas com cal hidratada e água .....                                                              | 47 |
| <b>Figura 27</b> - Utilização da escova de cerdas duras.....                                                                                   | 49 |
| <b>Figura 28</b> - Uso da máquina na preparação da mistura .....                                                                               | 50 |

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 29</b> - Realização da primeira demão, percebe-se a cal sendo translúcida na parede inicialmente ..... | <b>50</b> |
| <b>Figura 30</b> - Realização da segunda demão, percebe-se a cal aparecendo mais.....                            | <b>51</b> |
| <b>Figura 31</b> - Última camada e a pintura branca da cal se destaca.....                                       | <b>51</b> |
| <b>Figura 32</b> - Serviço completo em uma construção em Porto Nacional .....                                    | <b>52</b> |
| <b>Figura 33</b> - Pintura de esquadrias realizado pelo IFTO.....                                                | <b>55</b> |
| <b>Figura 34</b> - Pintura de esquadrias realizado pelo IFTO segunda demão.....                                  | <b>55</b> |

## SUMÁRIO

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                           | <b>11</b> |
| <b>1.1 Objetivos.....</b>                                                           | <b>12</b> |
| <i>1.1.1 Objetivo Geral.....</i>                                                    | <i>12</i> |
| <i>1.1.2 Objetivos Específicos .....</i>                                            | <i>12</i> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                                 | <b>14</b> |
| <b>2.1 Histórico da Construção com Terra.....</b>                                   | <b>14</b> |
| <b>2.2 Patrimônio Edificado do Tocantins.....</b>                                   | <b>15</b> |
| <b>2.3 Adobe .....</b>                                                              | <b>17</b> |
| <i>2.3.1 Fundações .....</i>                                                        | <i>19</i> |
| <b>2.4 Construções com adobe .....</b>                                              | <b>21</b> |
| <i>2.4.1 Propriedades da Terra como Material de Construção.....</i>                 | <i>23</i> |
| <b>2.5 Preparo do Barro .....</b>                                                   | <b>26</b> |
| <b>2.6 Adobe: Material e Técnica .....</b>                                          | <b>26</b> |
| <b>2.7 Revestimentos (rebocos de barro, argamassas e pisos) .....</b>               | <b>28</b> |
| <i>2.7.1 Proteção de superfícies de barro contra as inclemências do tempo .....</i> | <i>29</i> |
| <b>2.8 Revestimentos Em Casas De Adobe e a Cal .....</b>                            | <b>31</b> |
| <b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>                                          | <b>32</b> |
| <b>3.1 Revisão Bibliográfica .....</b>                                              | <b>32</b> |
| <b>3.2 Pesquisa Documental.....</b>                                                 | <b>32</b> |
| <b>3.3 Etapas de elaboração do guia prático .....</b>                               | <b>32</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                                              | <b>35</b> |
| <b>4.1 Reparos .....</b>                                                            | <b>36</b> |
| <b>4.2 Pisos.....</b>                                                               | <b>37</b> |
| <b>4.3 Materiais e Técnicas Tradicionais.....</b>                                   | <b>38</b> |
| <i>4.3.1 Madeira .....</i>                                                          | <i>40</i> |
| <i>4.3.2 Pedra .....</i>                                                            | <i>42</i> |
| <b>4.4 Sustentabilidade e Conforto Bioclimático .....</b>                           | <b>43</b> |
| <b>4.5 Pintura à base de cal.....</b>                                               | <b>43</b> |
| <i>4.5.1 Materiais .....</i>                                                        | <i>43</i> |
| <i>4.5.2 Ferramentas .....</i>                                                      | <i>45</i> |
| <i>4.5.3 Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).....</i>                        | <i>46</i> |
| <b>4.6 Misturas .....</b>                                                           | <b>47</b> |

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5 PASSO A PASSO: RESTAURAÇÃO DE OBRAS TRADICIONAIS.....</b>               | <b>49</b> |
| <b>5.1 Passo 1: Preparação da Superfície .....</b>                           | <b>49</b> |
| <b>5.2 Passo 2: Preparação da Mistura de Cal.....</b>                        | <b>49</b> |
| <b>5.3 Passo 3: Aplicação da Primeira Demão .....</b>                        | <b>50</b> |
| <b>5.4 Passo 4: Aplicação de Demãos Intermediárias e Finais .....</b>        | <b>51</b> |
| <b>5.5 Passo 5: Acabamento .....</b>                                         | <b>52</b> |
| <b>5.6 Passo 6: Limpeza das Ferramentas .....</b>                            | <b>52</b> |
| <b>5.7 Pintura de esquadrias.....</b>                                        | <b>52</b> |
| 5.7.1 Materiais .....                                                        | 53        |
| 5.7.2 Ferramentas .....                                                      | 53        |
| 5.7.3 Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).....                        | 53        |
| 5.7.4 Misturas.....                                                          | 53        |
| <b>5.8 Passo a Passo .....</b>                                               | <b>54</b> |
| <b>Para a aplicação da pintura, segue-se o seguinte passo a passo: .....</b> | <b>54</b> |
| 5.8.1 Passo 1: Preparação da superfície .....                                | 54        |
| 5.8.2 Passo 2: Proteção .....                                                | 54        |
| 5.8.3 Passo 3: Aplicação do selador.....                                     | 54        |
| 5.8.4 Passo 4: Aplicação da tinta .....                                      | 55        |
| 5.8.5 Passo 5: Acabamento.....                                               | 56        |
| 5.8.6 Passo 6: Limpeza .....                                                 | 56        |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                           | <b>57</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                     | <b>59</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                                          | <b>63</b> |
| <b>APÊNDICE .....</b>                                                        | <b>68</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O Tocantins, um estado brasileiro com uma rica história e cultura, abriga um patrimônio arquitetônico singular que testemunha as diversas influências e costumes que moldaram sua identidade ao longo dos séculos. As construções tradicionais, com suas técnicas e materiais específicos, representam um legado valioso, cuja preservação é essencial para a manutenção da memória cultural da região. No entanto, a crescente urbanização e a adoção de materiais e métodos construtivos modernos podem ocasionar o abandono dessas práticas, resultando na descaracterização e no risco de perda desse patrimônio. Diante desse cenário, torna-se imprescindível a sistematização e a difusão do conhecimento sobre essas técnicas, garantindo sua continuidade e valorização.

Considerando essa problemática, a presente pesquisa fundamenta-se em documentos históricos, estudos acadêmicos e na análise de edificações que compõem o patrimônio arquitetônico do Tocantins para a elaboração de um guia prático e teórico sobre as técnicas construtivas tradicionais do estado, consolidando um referencial para sua preservação e aplicação contemporânea. O estudo pretende não apenas documentar essas práticas, mas também fornecer subsídios para sua revitalização, tornando-se uma ferramenta útil para estudantes, pesquisadores, profissionais da construção civil e gestores do patrimônio histórico.

O manual resultante dessa pesquisa tem como objetivo geral a sistematização e a disseminação das técnicas construtivas tradicionais tocantinenses, promovendo sua preservação e incentivando sua aplicação sustentável. Especificamente, busca-se identificar e catalogar os principais materiais e processos utilizados, analisar suas aplicações no contexto atual e propor estratégias para sua valorização e incorporação em projetos de restauro e construção. Dessa forma, espera-se fortalecer a conscientização sobre a importância dessas técnicas e fomentar sua integração em políticas públicas voltadas à preservação do patrimônio cultural.

O estudo abrange desde os materiais mais representativos, como o adobe – um tijolo de terra crua que simboliza a relação do homem com o meio natural –, a madeira, amplamente utilizada devido à abundância na região, e a cal, um aglomerante tradicional essencial na composição de alvenarias e revestimentos, até os processos de construção e restauração de diferentes elementos arquitetônicos. Serão detalhados aspectos como fundações, alvenaria e acabamentos, evidenciando os princípios técnicos e históricos que sustentam essas práticas e possibilitando sua replicação em intervenções futuras.

A preservação do patrimônio arquitetônico não se restringe à conservação física das edificações, mas envolve também a transmissão do conhecimento e das técnicas que permitiram

sua construção. A perda dessas práticas compromete a autenticidade do patrimônio e enfraquece a identidade cultural da região. Dessa forma, este estudo contribui para a valorização da cultura tocantinense ao fornecer um referencial técnico e histórico sobre suas tradições construtivas. Além disso, ressalta a importância da adoção de materiais e métodos sustentáveis, alinhados às características ambientais e socioculturais locais, promovendo uma abordagem mais consciente e respeitosa na construção civil.

A progressiva substituição das técnicas construtivas tradicionais por métodos modernos representa um desafio significativo para a preservação do patrimônio cultural tocantinense. A falta de registro sistemático e a escassez de profissionais qualificados na aplicação dessas práticas agravam esse problema, tornando urgente a implementação de estratégias que assegurem sua continuidade. Nesse contexto, surge a necessidade de refletir sobre como garantir a permanência dessas técnicas, fomentar sua valorização e incentivar sua incorporação em projetos arquitetônicos e urbanísticos.

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de resgatar e preservar o conhecimento ancestral presente nas técnicas construtivas tradicionais do Tocantins. A utilização de materiais como adobe, madeira e cal, além de reforçar a identidade cultural da região, apresenta benefícios ambientais e sociais, proporcionando soluções construtivas mais adequadas ao clima e à realidade local. Assim, contribui-se ainda para o fortalecimento das práticas sustentáveis na construção civil, para a valorização do saber tradicional e para a formulação de políticas públicas voltadas à preservação do patrimônio arquitetônico tocantinense.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 *Objetivo Geral*

Documentar, sistematizar e disseminar as técnicas construtivas tradicionais do Tocantins, com ênfase nas construções com terra, como adobe, taipa e outras práticas locais.

### 1.1.2 *Objetivos Específicos*

- a) **Descrever as técnicas construtivas tradicionais utilizados no Tocantins:** Assim como em Bonelli *et al.* (2008), que analisaram as construções de Natividade, este estudo se dedicará a identificar e descrever os materiais e técnicas mais representativos da arquitetura tradicional do Tocantins em Porto Nacional.

- b) Analisar as características e o processo de construção de diferentes elementos das edificações:** Seguindo o exemplo de Peña e Lourenço (2023), que estudaram o comportamento e patologias de estruturas de terra, este trabalho analisará as características e o processo de construção de diferentes elementos das edificações, como fundações, alvenaria, esquadrias e revestimentos.
- c) Elaborar um guia prático para a construção e restauração de edificações com técnicas tradicionais:** Com base em Mascarenhas (2012), que aborda a construção em adobe, este manual visa fornecer um guia prático para a construção e restauração, utilizando exemplos do patrimônio histórico tocantinense.
- d) Promover a valorização da cultura construtiva tocantinense e o uso de práticas mais sustentáveis na construção civil:** Similarmente a Minke (2006), que explorou a terra como material de construção sustentável, este estudo busca promover a valorização da cultura construtiva local e o uso de práticas mais sustentáveis na construção civil.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Histórico da Construção com Terra

A construção com terra crua, presente em diversas culturas ao longo da história, é uma das técnicas mais antigas da humanidade, com registros que remontam a 9000 a.C. no Turcomenistão. Segundo Minke (2006, p. 11), essa técnica tem sido o material de construção mais prevalente em climas áridos e temperados, com um terço da população global residindo em casas de terra, número que ultrapassa metade nos países em desenvolvimento. Sua relevância histórica se estende por diversas civilizações, como Mesopotâmia, China, Peru, México e África, demonstrando sua adaptabilidade a diferentes contextos. A argila, como componente essencial do solo, atua como aglutinante natural, conferindo coesão e versatilidade ao material, garantindo a união de partículas de silte, areia e agregados maiores, como cascalho (Figura 1).

**Figura 1** – Habitação tradicional de pau a pique, Venezuela



Fonte: Gernot Minke (2015, p.96).

No Brasil, a técnica chegou com os colonizadores portugueses e se enraizou na cultura construtiva, sendo utilizada por comunidades indígenas e em construções coloniais. A taipa de pilão, taipa de mão, adobe e cob figuram entre as técnicas mais difundidas no país. Em Goiás, a construção com terra crua se adaptou às condições do território, herdando técnicas ibéricas como a taipa e o adobe, que garantiram estabilidade estrutural e homogeneidade urbana. Silva Neto (2022) observa que a taipa de pilão foi amplamente utilizada em obras de maior porte, como igrejas e casas de câmara e cadeia, enquanto o adobe e o pau-a-pique foram empregados em construções mais populares, como residências e pequenas capelas (Figura 2).

**Figura 2** - Sistema pré-fabricado para pau a pique, Brasil



Fonte: Gernot Minke (2015, p. 97).

Silva Neto (2022, p. 31) afirma que o território goiano, marcado por 'encontros culturais', reflete os três tipos de hibridismos de Burke (2003): artefatos, práticas e povos, resultando em uma arquitetura que 'compartilha elementos de composição e recursos acadêmicos' com outras regiões." considerando que é uma obra que retrata o norte Goiano, que corresponde ao Tocantins, tornam-se perceptíveis as influências de dado contexto.

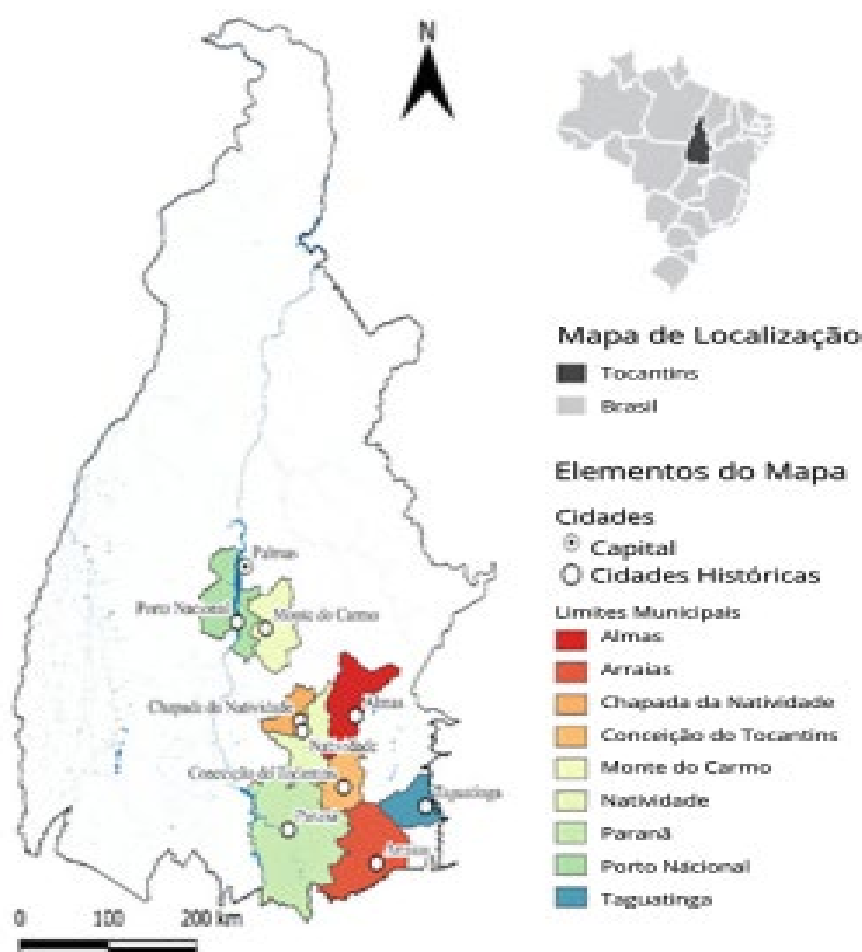
A cidade de Porto Nacional, no Tocantins, também herdou essa tradição, evidenciada em construções históricas como a Igreja de São Benedito, que utiliza a pedra como material principal. Silva Neto (2022) destaca que a escolha da técnica construtiva dependia de fatores como a disponibilidade de materiais, a topografia do terreno e a função da edificação. No norte do estado, o uso da pedra foi mais frequente, especialmente em construções religiosas.

## **2.2 Patrimônio Edificado do Tocantins**

O Tocantins abriga uma rica diversidade de estilos arquitetônicos que refletem sua história e influências culturais ao longo dos séculos. Dois exemplos marcantes dessa variedade são a estrutura urbana do conjunto histórico de Natividade e de Porto Nacional, tombados como patrimônio nacional em 1987 e 2008, respectivamente. Natividade conserva uma arquitetura colonial expressiva, com um casario harmoniosamente integrado aos edifícios religiosos, mas com características distintas. Já Porto Nacional abrange edificações religiosas e vernaculares dos séculos XVIII e XIX, típicas das zonas de mineração do Brasil central, refletindo tanto a simplicidade das habitações populares quanto a imponência das edificações religiosas que afirmam a presença da Igreja no território (IPHAN, 2021).

Além de Natividade e Porto Nacional, outras localidades como Arraias, Paranã, Conceição do Tocantins, Almas, Dianópolis, Monte do Carmo, Pedro Afonso e Tocantinópolis desempenham um papel fundamental na preservação da memória e da história dos tocaninenses. Embora não sejam reconhecidas nacionalmente como patrimônio cultural, essas cidades tiveram seu desenvolvimento urbano impulsionado pela exploração do ouro no século XVIII, refletindo padrões similares observados em toda a região (Nascimento, 2020). Porto (2011) identifica nove centros históricos na região: Almas, Arraias, Chapada da Natividade, Conceição do Tocantins, Monte do Carmo, Natividade, Paranã, Porto Nacional e Taguatinga (Figura 3).

**Figura 3 - Dimensões de Competência**



Fonte: Adaptado de Porto (2011).

Segundo Silva Neto (2022), durante o período colonial, entre os séculos XVII e XVIII, o estilo predominante era marcado pela simplicidade e funcionalidade, com o uso de materiais

locais como adobe, madeira, pedra e barro. Essas construções, geralmente simples, com linhas retas e uma abordagem utilitária, eram adequadas às condições locais e à disponibilidade de materiais. No século XIX, o ecletismo começou a se destacar, incorporando uma mistura de influências europeias, como o neoclássico e o barroco, em edificações mais ornamentadas. Esse estilo, conforme aponta o autor, refletia uma época de experimentação e adaptação das tendências europeias ao contexto regional, especialmente em edifícios públicos e religiosos.

O mesmo autor afirma que, no início do século XX, o neocolonial surgiu como um estilo predominante, resgatando as raízes coloniais brasileiras e sendo amplamente utilizado em construções residenciais. Paralelamente, o *art déco* trouxe linhas geométricas e formas simplificadas, especialmente em edifícios governamentais e comerciais, preparando o terreno para a adoção do modernismo nas décadas seguintes. O modernismo, por sua vez, destacou-se nas edificações públicas e residenciais, com foco na funcionalidade e no uso de novos materiais e formas geométricas simples. Essa diversidade de estilos é um reflexo da evolução cultural e histórica do Tocantins, combinando tradição e modernidade (Silva Neto, 2022).

Para fins elucidativos, no Anexo A desta pesquisa apresenta-se uma síntese da Parte I – Tradução, da tese de doutorado de Silva Neto (2022), detalhando os imóveis que compõem o patrimônio edificado no Tocantins, com uma análise de suas características arquitetônicas e das técnicas construtivas empregadas. As técnicas de construção com terra, como o adobe, foram desenvolvidas por diversas civilizações antigas e difundidas ao longo da história através de invasões e colonizações (Neves; Faria, 2011, p. 9).

## 2.3 Adobe

O adobe possui atributos como boas propriedades térmicas e acústicas, além de estar associado a métodos construtivos simples e de baixo consumo energético (Varum *et al.*, 2011). No Brasil, essa técnica é historicamente relevante, principalmente em áreas rurais e regiões com menor acesso a materiais industrializados. A matéria-prima localmente obtida confere ao adobe uma característica regionalmente diversificada, sendo produzido a partir de uma mistura de terra, água e, ocasionalmente, palha ou outros materiais fibrosos, que aumentam a coesão e a resistência, moldados e secos ao sol sem necessidade de queima (Bonelli *et al.*, 2008).

No Tocantins, a prática construtiva com adobe foi essencial para a construção de edificações históricas, como a Igreja de São Benedito, com 284 anos de existência, e a Matriz de Nossa Senhora da Natividade, com 265 anos, ambas localizadas em Natividade, além da Matriz de Nossa Senhora do Carmo, em Monte do Carmo, que possui 223 anos (Silva Neto,

2022). Essas construções, além de resistirem ao tempo, evidenciam a durabilidade e a relevância das técnicas tradicionais de construção com adobe na região.

O adobe é amplamente utilizado na construção de paredes autoportantes, que sustentam o peso da estrutura sem a necessidade de uma estrutura interna de madeira ou metal. As paredes espessas contribuem para a estabilidade térmica das edificações, mantendo o interior fresco durante o dia e retendo calor à noite, tornando-o especialmente adequado para regiões com grandes variações de temperatura (Bonelli *et al.*, 2008).

Apesar de sua durabilidade, o adobe exige manutenção periódica, como toda edificação, devido à erosão pela chuva e umidade. Técnicas de conservação, como revestimentos de cal e rodapés impermeáveis, são necessárias para proteger as paredes (Bonelli *et al.*, 2008). O uso de materiais modernos, como o cimento, pode comprometer a integridade da construção, já que o cimento impede a "respiração" natural das paredes (Kanan, 2008). Silva Neto (2022) observa que, nas intervenções realizadas em edificações históricas de Natividade e Porto Nacional, o uso de materiais compatíveis, como o adobe e a cal, foi crucial para a preservação da integridade estrutural e histórica desses patrimônios.

Os revestimentos à base de cal continuam sendo uma técnica essencial na conservação de edificações históricas. Essas argamassas, compostas por cal como aglomerante, areia como agregado e, ocasionalmente, aditivos como pozolanas ou fibras orgânicas, são aplicadas em várias camadas, cada uma com uma função específica. A aplicação correta é fundamental para garantir a aderência e durabilidade do revestimento, com o controle da umidade e temperatura sendo aspectos críticos no processo, oferecendo uma superfície porosa que protege e contribui para a regulação térmica dos edifícios, mantendo um ambiente interno saudável e estável (Kanan, 2008).

Na conservação de edificações históricas, a cal é preferida devido à sua compatibilidade com materiais originais, como tijolos, pedras e taipa. Ao contrário do cimento Portland, que tende a ser rígido e impermeável, a cal proporciona flexibilidade, permitindo que as estruturas acomodem pequenas movimentações sem sofrer danos (Kanan, 2008). Além disso, a cal desempenha um papel importante na pintura e proteção das superfícies externas e internas das edificações. Pinturas à base de cal apresentam uma das principais vantagens: a compatibilidade com os materiais originais, tornando-a ideal para intervenções de conservação e restauração, onde a preservação da autenticidade e integridade estrutural é crucial (Bonelli; Delpino; Migoto, 2006c).

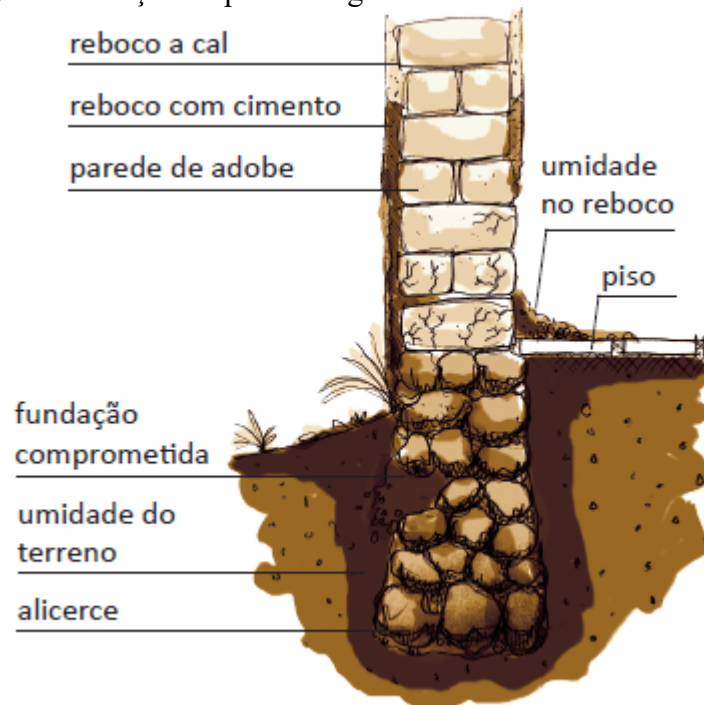
### 2.3.1 Fundações

As fundações são a base de qualquer construção, e em casas de adobe, sua importância é ainda maior, pois garantem a estabilidade e a durabilidade da edificação. A escolha do tipo de fundação e sua correta execução são essenciais para prevenir problemas como recalques, fissuras e até mesmo o colapso da estrutura. Segundo Minke (2006, p. 141), as fundações em casas de adobe, quando bem executadas, evitam que as paredes rachem e desmoronem.

Historicamente, a construção de casas de adobe se baseava na experiência prática e na observação do ambiente, na ausência de conhecimento técnico formal. A profundidade das fundações era definida empiricamente, considerando o tipo de solo e a presença de água, de acordo com a tradição construtiva local. Materiais como pedras e tijolos maciços eram utilizados na base da fundação, assentando-os diretamente sobre o solo escavado.

Bonelli *et al.* (2008, pag. 15) citam que “é muito comum, em Natividade, alicerces construídos com pedra de canga. Algumas vezes elas apresentam problemas por excesso de umidade ou movimentação do solo” (Figura 4).

**Figura 4** - Fundação de pedra canga normalmente encontrada em Natividade



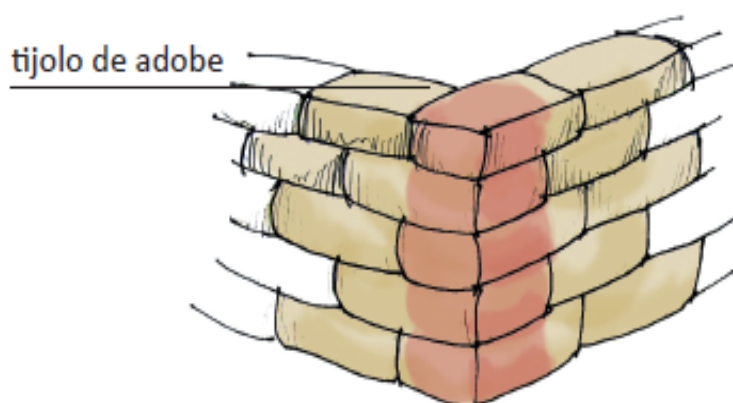
Fonte: Bonelli *et al.* (2008, p. 15).

Como apontam Bonelli *et al.* (2008, p. 15), as fundações são a primeira parte da casa a sofrer com a influência da água que sobe do terreno. A umidade é um desafio crucial na construção de fundações para casas de adobe, pois a absorção de água do solo pode

comprometer a resistência do adobe e levar à deterioração da estrutura. Minke (2006, p. 40) corrobora essa afirmação, destacando que a água é um dos principais fatores de degradação das construções de terra. Para evitar esse problema, algumas técnicas tradicionais incluíam a utilização de uma camada de pedras ou cascalho sob a fundação, criando uma barreira contra a umidade ascendente.

Mascarenhas (2012, p. 37) descreve a execução de fundações em pedra arrumada para construções de adobe, com valas de 50 cm de profundidade e largura variável conforme a parede e o tipo de adobe. As pedras maiores são usadas na base da vala, diminuindo de tamanho em direção ao topo, elevando a fundação de 50 cm a 1 m acima do solo para proteger os adobes da umidade.

**Figura 5-** Fundação em tijolo de adobe



Fonte: Bonelli *et al.* (2008, p. 18).

Atualmente, a construção de casas de adobe pode se beneficiar dos avanços da engenharia civil. Estudos geotécnicos permitem a análise precisa das características do solo, como a capacidade de suporte e a presença do lençol freático. Com base nesses estudos, é possível determinar a profundidade e o tipo de fundação mais adequado, especificando materiais e técnicas construtivas que garantam a segurança e a durabilidade da edificação. Minke (2015 pag. 122) sugere ser possível utilizar manta asfáltica para evitar a problemática da umidade ascendente.

A norma ABNT NBR 15812 (2010) "Alvenaria Estrutural - Blocos de Terra Estabilizada - Projeto e Execução" fornece diretrizes para a construção de edificações com blocos de terra, incluindo as casas de adobe. Essa norma aborda aspectos como a escolha dos

materiais, o dimensionamento das paredes e a execução das fundações, contribuindo para a segurança e a qualidade das construções.

Peña e Lourenço (2023) ressaltam a importância das fundações na estabilidade das construções de terra, especialmente em relação à resistência sísmica. A falta de ligações adequadas entre as partes da estrutura, incluindo as fundações, torna as construções em terra vulneráveis a ações dinâmicas como tremores terremotos, despreocupações que temos no Brasil.

Portanto, as fundações em casas de adobe, sejam elas construídas com técnicas tradicionais ou contemporâneas, desempenham um papel fundamental na estabilidade e na longevidade da estrutura. A análise das práticas históricas, aliada aos conhecimentos técnicos atuais, permite a construção de casas de adobe seguras, duráveis e que valorizem a tradição construtiva.

## 2.4 Construções com adobe

A alvenaria, técnica milenar de construção, ainda se mostra presente e relevante no Tocantins, especialmente quando considerada a preservação do patrimônio histórico e a utilização de técnicas tradicionais. As construções em alvenaria, utilizando materiais como adobe, pedra e tijolos, marcaram a história da região, logo, seu entendimento se faz crucial para a manutenção e restauração do patrimônio edificado tocantinense.

No Tocantins, as técnicas de alvenaria se desenvolveram em consonância com os materiais disponíveis e as necessidades da população. Silva Neto (2022) destaca a utilização de diferentes técnicas construtivas em alvenaria no estado, como demonstrado no Quadro 1 abaixo.

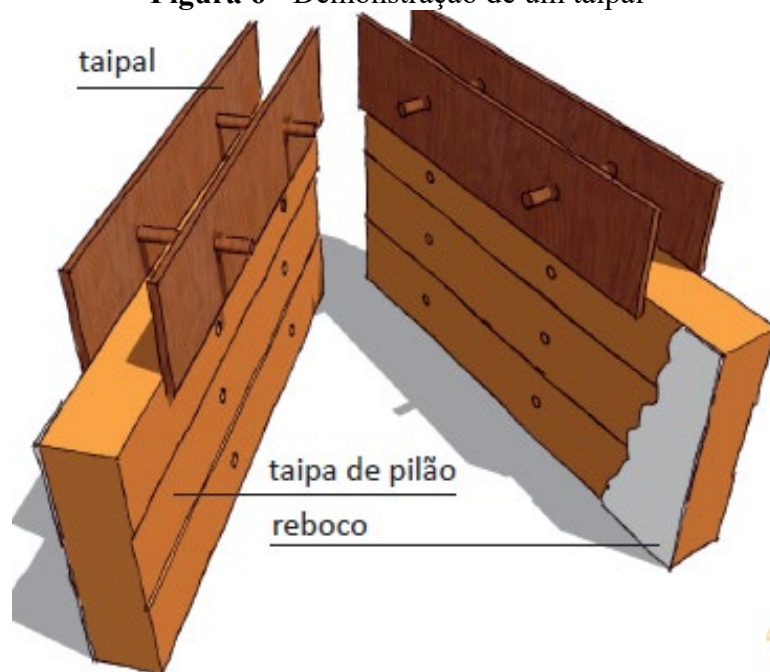
**Quadro 1- Técnicas de alvenaria**

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alvenaria de pedra e barro</b> | Técnica tradicional que utiliza pedras irregulares unidas com argamassa de barro. Essa técnica, presente em diversas edificações históricas no Tocantins, como a Matriz de Nossa Senhora da Conceição, em Conceição do Tocantins, evidencia a adaptabilidade da construção às condições locais e o uso de recursos disponíveis. Segundo Minke (2006), a argila, componente essencial do solo, atua como "aglutinante natural", garantindo coesão às partículas de silte, areia e agregados maiores, como cascalho. A escolha da terra para a construção com adobe é crucial, sendo a terra barrenta, com bastante argila, a ideal. No entanto, como a argila pode retrair e fender ao secar, é importante adicionar palhas, bunho esmiuçado ou areia à mistura para evitar problemas. |
| <b>Taipa de pilão</b>             | técnica que consiste na compactação de terra úmida em formas de madeira, criando paredes sólidas e resistentes. A taipa de pilão, presente em construções como a Igreja de São Benedito, em Natividade, demonstra a expertise dos construtores tocantinenses no uso de técnicas tradicionais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Fonte: Silva; Neto, 2022; Minke, 2006.

Segundo Toral *et al.* (2009), a taipa pode ser tradicional, com compactação manual, ou mecanizada, com compactação por meios pneumáticos (Figura 6).

**Figura 6 - Demonstração de um taipal**



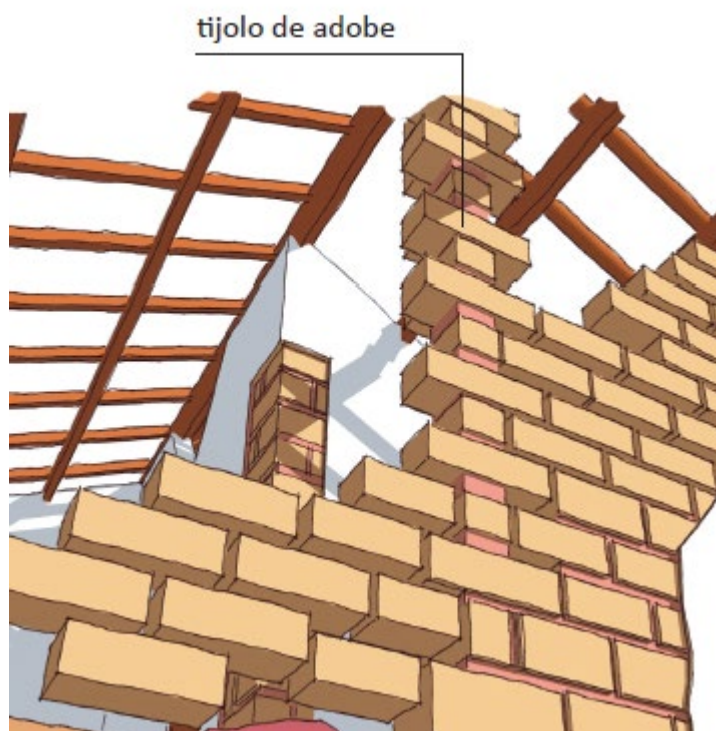
Fonte: Bonelli *et al.* (2008, p. 18).

A retração linear do solo durante a secagem varia significativamente dependendo da técnica construtiva utilizada. Em misturas úmidas, como argamassas e adobes, essa retração pode variar entre 3% e 12%, enquanto em técnicas como a taipa, a variação é menor, ficando entre 0,4% e 2%. Essa diferença é crucial para a estabilidade das construções, especialmente em regiões sujeitas a abalos sísmicos. Conforme destacado por Minke (2006, p. 141), paredes de taipa reforçadas com bambu aumentam a resistência sísmica, distribuindo as tensões de forma mais eficiente e evitando colapsos bruscos. Essa abordagem reforça a importância de escolher materiais e técnicas adequadas para garantir a durabilidade e segurança das estruturas.

No contexto das técnicas tradicionais, a alvenaria de pedra, adobe e tijolos se destaca por combinar a solidez da pedra com a versatilidade do adobe e a padronização dos tijolos. Essa combinação permite a construção de edifícios mais complexos e ornamentados, como exemplificado pela Matriz de Nossa Senhora da Natividade, em Natividade. A técnica não apenas demonstra a eficácia e a beleza dessa mistura de materiais, mas também reflete a adaptação de métodos construtivos às necessidades locais e às condições ambientais, garantindo estruturas resistentes e esteticamente significativas. Assim, tanto a taipa reforçada com bambu

quanto a alvenaria mista de pedra, adobe e tijolos representam soluções engenhosas que equilibram tradição, funcionalidade e inovação (Figura 7).

**Figura 7** - Uma demonstração das amarrações de tijolo de adobe seguem a norma ABNT NBR 16868 de alvenaria estrutural



Fonte: Bonelli *et al.* (2008, p. 16).

#### 2.4.1 Propriedades da Terra como Material de Construção

A terra, como material de construção, possui diversas propriedades que a tornam uma escolha interessante para a construção sustentável. Segundo Minke (2006, p. 19), a terra é um material heterogêneo, composto por argila, silte, areia e, ocasionalmente, agregados maiores como cascalho e pedras. A argila atua como um aglutinante, enquanto o silte, a areia e os agregados maiores funcionam como material de enchimento. Essa composição confere à terra uma versatilidade única, permitindo sua aplicação em diversas técnicas construtivas, como adobe, taipa, cob e enxaimel (Librelotto *et al.*, 2022).

A escolha do solo para a construção em terra é crucial e depende da técnica construtiva a ser empregada. Solos com 50% a 70% de areia são os mais indicados, sendo que a quantidade de água adicionada varia conforme o tipo de solo (Torgal *et al.*, 2009). A proporção dos componentes da terra é representada graficamente por meio da curva granulométrica, que mostra a porcentagem em peso de cada fração granulométrica (Minke, 2006, p. 19).

Uma das propriedades mais importantes da terra é a sua plasticidade, que é a capacidade de se deformar sem se romper quando misturada com água (Librelotto *et al.*, 2022). A plasticidade é influenciada pela quantidade e pelo tipo de argila presente na mistura (Minke, 2006, p. 19). A plasticidade da terra é essencial para a sua utilização em diversas técnicas construtivas, como a moldagem de tijolos de adobe, a compactação em taipa e a aplicação de rebocos (Librelotto *et al.*, 2022).

O adobe utiliza tijolos de terra crua moldados e secos ao sol. A simplicidade de fabricação e aplicação do adobe o torna a técnica mais difundida em construções antigas, muitas delas ainda habitadas. Já a taipa, outra técnica milenar, consiste em compactar o solo em fôrmas, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada (Torgal *et al.*, 2009) (Figura 8).

**Figura 8** - Secagem de tijolos crus ao ar livre numa olaria, Alemanha

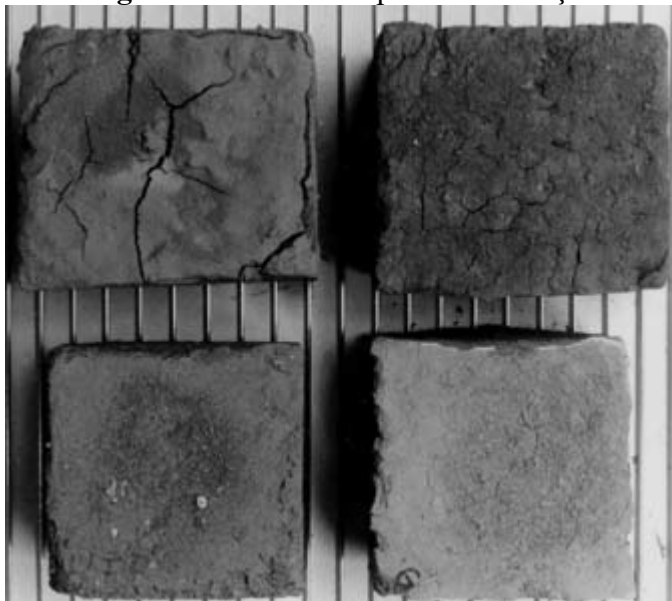


Fonte: Gernot Minke (2015, p. 77).

A retração é um fenômeno que ocorre quando a terra seca, resultando na diminuição do seu volume. A retração é influenciada pela quantidade de água utilizada na mistura, pelo tipo de argila e pela granulometria dos agregados (Minke, 2006, p. 19). A retração pode causar fissuras e rachaduras nas construções de terra, comprometendo a sua resistência e durabilidade (Peña; Lourenço, 2023). Para minimizar os efeitos da retração, podem ser utilizados aditivos,

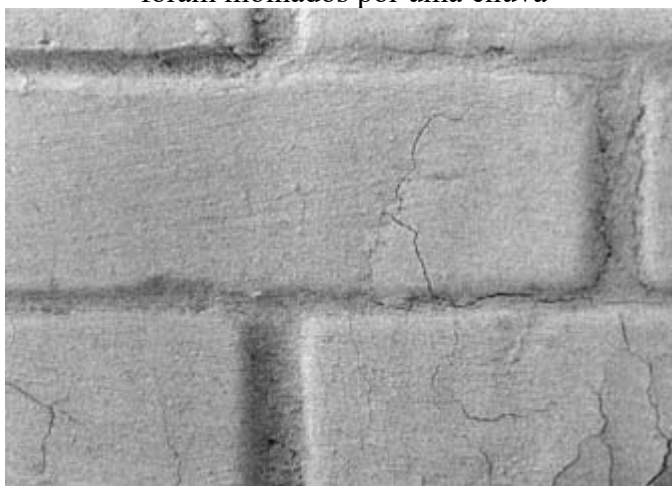
como fibras vegetais, ou otimizada a granulometria dos agregados (Minke, 2006, p. 19) (Figuras 9 e 10).

**Figura 9** - Teste de expansão e retração



Fonte: Minke (2015, p. 29).

**Figura 10** - Fissuras de retração que aparecem após a secagem de adobes industriais que foram molhados por uma chuva



Fonte: Gernot Minke (2015, p. 77).

A resistência à compressão é a capacidade da terra de suportar cargas verticais sem se deformar ou romper. A resistência à compressão é influenciada pela quantidade e pelo tipo de argila, pela granulometria dos agregados, pela compactação e pela adição de estabilizantes (Minke, 2006, p. 19). A resistência à compressão é uma propriedade importante para garantir a estabilidade e a segurança das construções de terra, especialmente em paredes e estruturas de suporte (Torgal *et al.*, 2009).

A estabilização do solo com cal ou cimento visa melhorar suas propriedades, aumentando a resistência e durabilidade da construção. A cal, um estabilizante mais barato e sustentável, tem ganhado espaço, enquanto o cimento ainda é o mais utilizado, especialmente no fabrico de BTC (Torgal *et al.*, 2009).

## **2.5 Preparo do Barro**

O preparo do barro para a construção envolve diversas etapas, que vão desde a escolha do solo até a sua mistura com água e outros agregados. Segundo Minke (2006, p. 36), a primeira etapa é a seleção do solo, que deve ser livre de matéria orgânica e outros contaminantes. Após a seleção, o solo deve ser limpo e peneirado para remover impurezas e garantir a homogeneidade da mistura. O peneiramento também permite controlar a granulometria do material, o que influencia as propriedades da terra como material de construção.

A mistura com água é uma etapa fundamental no preparo do barro, pois é a água que ativa as propriedades aglutinantes da argila, tornando o material moldável e apto para a construção (Minke, 2006, p. 36). A quantidade de água adicionada varia de acordo com o tipo de solo e a técnica construtiva empregada (Torgal *et al.*, 2009). A adição de agregados, como areia, fibras vegetais e estabilizantes, pode ser realizada para melhorar as propriedades da terra como material de construção. A areia, por exemplo, aumenta a resistência à compressão e reduz a retração, enquanto as fibras vegetais contribuem para o controle de fissuras (Minke, 2006, p. 36).

A homogeneização da mistura é essencial para garantir a uniformidade das propriedades do barro e a qualidade da construção. A homogeneização pode ser feita manualmente ou com o auxílio de ferramentas e máquinas, como pás, enxadas e betoneiras. Após a homogeneização, o barro deve descansar por um período de tempo, chamado de tempo de cura, para que a água se distribua uniformemente e as propriedades aglutinantes da argila sejam ativadas. O tempo de cura varia de acordo com o tipo de solo e a temperatura ambiente (Minke, 2006, p. 36).

## **2.6 Adobe: Material e Técnica**

O adobe é produzido a partir de uma mistura de terra crua, água e, em alguns casos, fibras vegetais. Essa técnica, de baixo custo e impacto ambiental reduzido, apresenta características importantes que a tornam adequada para diversas aplicações. Entre suas propriedades, destacam-se o conforto térmico e acústico, especialmente em regiões de clima

quente e seco, como o Tocantins. O barro, material base do adobe, equilibra a umidade interna dos ambientes, absorvendo e liberando vapor até 30 vezes mais rápido que tijolos cozidos, uma característica crucial para o conforto térmico e a saúde ocupacional (Minke, 2006, p. 15).

Além disso, a simplicidade construtiva do adobe é um dos seus maiores atrativos, já que sua produção e assentamento não exigem mão de obra especializada, tornando a técnica acessível a comunidades com recursos limitados. Minke (2006) ressalta que adobes artesanais, feitos com solo úmido lançado em moldes, podem ser produzidos em grande escala, com uma pessoa fabricando até 300 unidades por dia, um método que permanece relevante em economias de baixa tecnologia.

A durabilidade do adobe também é comprovada por construções históricas, como a Igreja de São Benedito, em Natividade, que, com mais de 200 anos de existência, demonstra a resistência do material quando executado e conservado corretamente. A resistência à compressão de elementos de terra seca varia entre 5 e 50 kg/cm<sup>2</sup>, dependendo do tipo de argila, compactação e tratamento. O processo de construção com adobe, embora simples, exige atenção em cada etapa para garantir a qualidade e a durabilidade da obra. A preparação da terra é o primeiro passo, envolvendo a limpeza e peneiração da terra argilosa para remover impurezas e garantir a homogeneidade da mistura (Minke, 2006).

Segundo Minke (2006), o solo deve ser molhado, triturado e misturado manual ou mecanicamente, processos que definem a homogeneidade e trabalhabilidade do material. Aditivos como fibras vegetais podem ser adicionados para reduzir fissuras de retração, enquanto cal ou cimento aumentam a resistência à erosão hídrica. A adição de cal na composição dos adobes é uma prática comum para melhorar a qualidade dos blocos, especialmente em solos arenosos com falta de coesão (Mascarenhas, 2012, p. 35). Após a preparação, a mistura de terra e água é moldada em formas de madeira e deixada para secar ao sol. A secagem adequada é crucial para evitar rachaduras e garantir a resistência do adobe, podendo levar cerca de um mês para blocos convencionais e até um ano para aqueles que contêm cal na mistura, permitindo que a cal atinja sua presa ideal.

O assentamento dos adobes secos é feito com argamassa de barro, formando as paredes da construção. A espessura das juntas e o alinhamento dos blocos devem ser cuidadosamente controlados para garantir a estabilidade da estrutura. A fundação, elemento fundamental para a estabilidade das paredes de adobe, é geralmente construída com pedras ou tijolos maciços, utilizando argamassa de cimento ou cal hidráulica como ligante. Após a construção das paredes, é comum aplicar revestimentos, como reboco de barro ou cal, para proteger a alvenaria e

garantir o conforto no interior da edificação. Em Natividade, por exemplo, as paredes de adobe eram tradicionalmente revestidas com argamassa de cal e areia (Bonelli *et al.*, 2008, p. 16).

A escolha do revestimento deve considerar a compatibilidade com os materiais originais e as condições climáticas da região. Argamassas à base de cal, em vez de cimento, são preferíveis, pois permitem a "respiração" das paredes, evitando problemas de umidade e preservando a integridade da construção (Kanan, 2008). A adição de cal na composição dos adobes também influencia o acabamento, contribuindo para um revestimento mais uniforme e resistente (Mascarenhas, 2012, p. 35). Outros aditivos, como fibras vegetais, podem ser utilizados para reduzir fissuras de retração e obter um acabamento mais liso e uniforme (Minke, 2006, p. 40).

A conservação do patrimônio histórico construído em alvenaria no Tocantins exige o conhecimento das técnicas tradicionais e a utilização de materiais compatíveis com os originais. A cal, por exemplo, desempenha um papel fundamental na restauração de edificações históricas, garantindo a preservação da integridade estrutural e estética das construções.

## **2.7 Revestimentos (rebocos de barro, argamassas e pisos)**

A terra crua como material construtivo remonta a 9000 a.C., com evidências arqueológicas no sítio de Jeitun, no Turcomenistão (Kanan, 2022). Sua disseminação global inclui técnicas como o adobe mesopotâmico, a taipa de pilão chinesa e o cob europeu, adaptadas às condições climáticas e culturais locais (Minke, 2006). No Brasil, comunidades indígenas desenvolveram argamassas estabilizadas com cinzas vegetais, enquanto a arquitetura colonial empregou rebocos de barro enriquecidos com cal em igrejas e sobrados, como evidenciado em Natividade (TO) e Porto Nacional (GO) (Bonelli *et al.*, 2008; Santiago, 2007).

A versatilidade do material permitiu soluções engenhosas. No semiárido nordestino, por exemplo, a adição de esterco bovino aos rebocos melhorou a resistência à umidade, enquanto em regiões sísmicas como o Peru, fibras de ichu (gramínea andina) foram usadas para aumentar a flexibilidade (Torgal *et al.*, 2009). Os rebocos de barro são sistemas tripartidos, cuja eficácia depende da relação entre:

1. Areia (60–80%): Responsável pela estrutura granular, com distribuição granulométrica ideal entre 0,06 mm e 2 mm para evitar retração excessiva (Minke, 2015).
2. Silte (10–30%): Atua como preenchedor de vazios, melhorando a compactação (Faria, 2022).

3. Argila (5–12%): Funciona como aglutinante natural, conferindo plasticidade e coesão. Argilas montmoriloníticas são preferidas em climas secos por sua alta capacidade de expansão, enquanto as caulínicas são ideais para regiões úmidas (Torgal *et al.*, 2009).

Aditivos históricos e modernos ampliam o desempenho:

- Fibras vegetais (palha, sisal): Reduzem fissuras em 30–40% ao criar uma malha de reforço (Minke, 2006, p. 91).
- Cal hidráulica (5–10%): Aumenta a resistência à compressão para 2–3 MPa, conforme ensaios em argamassas coloniais (Santiago, 2007).
- Esterco bovino: Utilizado no semiárido brasileiro, suas enzimas naturais agem como estabilizantes biológicos

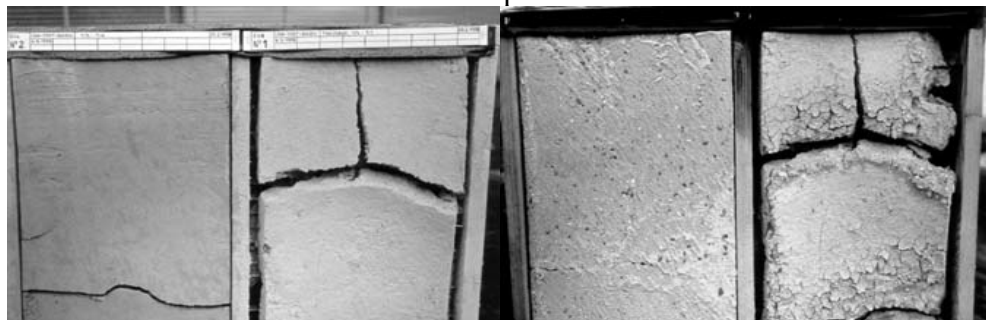
A água desempenha papel crítico na trabalhabilidade e cura deve ser isenta de sais solúveis (<500 ppm) para evitar eflorescências comprometendo a estética e a integridade do reboco. Já Torgal *et al.* (2009, p. 120) destacam que a secagem lenta, em ambientes sombreados e ventilados, com umidade relativa acima de 60% previne tensões internas, reduzindo riscos de fissuramento em até 40%.

### 2.7.1 Proteção de superfícies de barro contra as inclemências do tempo

A proteção eficiente e adequada das superfícies de barro contra as intempéries é uma etapa crucial e indispensável para garantir a máxima durabilidade e o bom desempenho estrutural e funcional das construções feitas em terra. Diferentes métodos e técnicas podem ser utilizados de maneira complementar ou isolada para proteger as superfícies, tais como a consolidação da superfície por meio de tratamentos específicos, a aplicação de pinturas e revestimentos apropriados que aumentam a resistência do material (Minke, 2015, p. 34).

A degradação progressiva e contínua dos rebocos de terra ocorre, sobretudo, devido à ação combinada e persistente da chuva, do vento e da umidade, fatores que aceleram o desgaste natural do material, tornando essencial a adoção de estratégias protetivas multiescalares e integradas. Esse processo de degradação e suas consequências podem ser claramente observados na Figura 11, que contrasta e compara diferentes amostras de materiais expostos às intempéries por um período de três anos consecutivos, demonstrando os efeitos visíveis da exposição prolongada a condições climáticas adversas (Minke, 2015, p. 34).

**Figura 11** - Amostras de barro antes (esquerda) e depois (direita) de serem expostas às inclemências do tempo durante três anos



Fonte: Minke (2015, p. 34).

Entre as estratégias de proteção, destaca-se a consolidação superficial, que pode ser realizada por meio de compactação mecânica, utilizando desempenadeiras metálicas ou pedras lisas para reduzir a porosidade em 15–20%, aumentando assim a densidade superficial (TORGAL et al., 2009). A formulação do solo também é importante, com solos compostos por 50–70% de areia e limite de liquidez inferior a 35%, a fim de minimizar a retração. Agregados como seixos rolados (10–15 mm) ajudam a dissipar tensões térmicas (Minke, 2015, p. 49).

Revestimentos protetivos são outro fator crucial. Um exemplo é a cal-caseína, uma mistura de cal hidratada, caseína (proteína do leite) e óleo de linhaça, usada tradicionalmente em igrejas coloniais para impermeabilização (Santiago, 2007, p. 89). Além disso, nanopartículas de sílica formam uma película hidrofóbica invisível, testada em sítios históricos da Espanha, reduzindo a absorção de água em até 70% (Peña; Lourenço, 2023).

No âmbito da estabilização química, a cal aumenta a resistência à erosão para 1,5 MPa (Torgal et al., 2009), enquanto o cimento Portland, embora popular, reduz a permeabilidade em 90%, o que pode gerar umidade interna (Kanan, 2008). Medidas estruturais também desempenham papel fundamental na proteção contra intempéries. Beirais com mais de 50 cm de extensão ajudam a proteger as construções contra chuvas oblíquas em regiões com precipitação superior a 1.500 mm/ano e os rodapés de pedra, elevados a 30 cm do solo, previnem a umidade ascendente (Silva Neto, 2022, p. 112).

Por fim, a manutenção e o monitoramento contínuos são essenciais. A reaplicação de leite de cal deve ser feita a cada 18–24 meses em zonas costeiras, onde a salinidade acelera a

degradação (Santiago, 2007, p. 156). A inspeção termográfica, com o uso de drones, permite detectar pontos de umidade oculta em grandes edificações (Peña; Lourenço, 2023).

## **2.8 Revestimentos Em Casas De Adobe e a Cal**

Os revestimentos em construções de adobe são essenciais para a proteção e controle da umidade e preservação estética das edificações. Segundo Minke (2006, p. 87), essas estratégias evitam a erosão hídrica e estabilizam o comportamento higrotérmico das paredes. Bonelli et al. (2008) e Silva Neto (2022, p. 73) reforçam que os revestimentos atuam como uma barreira física contra intempéries, garantindo a permeabilidade necessária para evitar o acúmulo de umidade. Historicamente, técnicas ancestrais empregavam argamassas de terra crua misturadas com fibras vegetais, como palha ou sisal, garantindo compatibilidade física e química com o substrato de adobe (Minke, 2006, p. 89; Bonelli *et al.*, 2008; Santiago, 2007, p. 26-28).

A cal, tradicionalmente produzida artesanalmente pela queima de conchas ou rochas calcárias, criava uma superfície lisa e resistente à infiltração de água (Bonelli *et al.*, 2008). No entanto, Santiago (2007, p. 36) e Kanan (2008) alertam que o uso de argamassas industrializadas pode ser prejudicial se impedir a "respiração" natural das paredes, levando a patologias como fissuras e eflorescências. Assim, os autores sugerem a preservação das técnicas tradicionais ou o uso de materiais compatíveis, como a cal hidráulica, que mantém a porosidade do adobe (Minke, 2006, p. 94; Silva Neto, 2022, p. 26).

No passado, a preparação da cal virgem (óxido de cálcio) exigia trabalho manual em água, um processo que libera calor intenso e apresentava riscos de queimaduras (Minke, 2006, p. 91; Bonelli *et al.*, 2008). Atualmente, a cal hidratada (hidróxido de cálcio), disponível comercialmente, simplifica o preparo e reduz riscos ocupacionais (Silva Neto, 2022, p. 144; Santiago, 2007, p. 84). No entanto, Santiago (2007, p. 96) adverte que a pureza química da cal industrializada pode exigir ajustes na formulação da argamassa para manter a eficácia das técnicas tradicionais.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 Revisão Bibliográfica**

A revisão bibliográfica foi realizada a partir da coleta de dados nas bases científicas SciELO e Oasisbr, além de livros, dissertações e teses que abordam a construção com terra crua. O critério de inclusão priorizou materiais publicados nos últimos 20 anos, que tratam da construção com terra crua no Tocantins e em outras regiões com condições culturais e ambientais similares, especialmente aqueles com foco na técnica do adobe. Textos com informações superficiais ou que não se relacionassem diretamente com o tema foram excluídos da análise.

A leitura exploratória dos textos selecionados permitiu identificar conteúdos relevantes sobre o processo construtivo em adobe, incluindo a escolha e preparo do solo, a moldagem dos tijolos, a secagem natural e a montagem das estruturas. Aspectos relacionados à sustentabilidade e à cultura local também foram registrados, ampliando a compreensão sobre a relevância da técnica. A contextualização histórica e cultural da construção com terra crua no Tocantins foi realizada com base nos textos selecionados, evidenciando a importância do adobe como elemento de preservação do patrimônio material e imaterial da região.

#### **3.2 Pesquisa Documental**

A pesquisa documental foi realizada em arquivos públicos e privados do estado do Tocantins, coletando informações sobre o patrimônio construído com terra crua na região. Foram consultados projetos, relatórios técnicos, fotografias, cartilhas e outros registros históricos, além de pesquisas em instituições públicas como Secretarias de Cultura, Câmaras Municipais e Superintendência do IPHAN/TO. Segundo Richardson (2011), a análise documental permite estudar e analisar documentos para descobrir as circunstâncias sociais e econômicas a eles relacionados.

#### **3.3 Etapas de elaboração do guia prático**

O primeiro passo consistiu na definição clara dos objetivos do guia, que são: a) Documentar e sistematizar as técnicas construtivas tradicionais do Tocantins; b) Promover a aplicação sustentável dessas técnicas em contextos contemporâneos; c) Fornecer diretrizes para a conservação e restauração de edificações históricas.

O escopo do guia foi delimitado para abranger as principais técnicas construtivas com terra, como adobe, taipa, revestimentos tradicionais, pisos e pinturas à base de cal, além de orientações para conservação e restauração. A segunda etapa envolveu uma extensa revisão bibliográfica e documental, com o objetivo de coletar informações técnicas, históricas e culturais sobre as práticas construtivas tradicionais do Tocantins. Foram consultadas as seguintes fontes:

- **Livros e artigos científicos:** Como os trabalhos de Gernot Minke (2006), Santiago (2007), Bonelli *et al.* (2008) e Silva Neto (2022), que abordam técnicas construtivas com terra, revestimentos, pisos e pinturas tradicionais.
- **Documentos históricos e relatórios técnicos:** Para compreender a aplicação dessas técnicas em edificações históricas do Tocantins, como a Igreja de São Benedito e a Matriz de Nossa Senhora da Natividade.
- **Normas e diretrizes técnicas:** Para garantir a compatibilidade das técnicas tradicionais com práticas modernas de conservação e restauração.

Com base nos dados coletados, as informações foram organizadas e sistematizadas em tópicos, seguindo uma estrutura lógica que facilita a compreensão e a aplicação das técnicas. Os tópicos foram divididos em:

- **Técnicas Construtivas com Terra:** Adobe e taipa.
- **Revestimentos Tradicionais:** Argamassa de barro e pintura à base de cal.
- **Pisos Tradicionais:** Terra batida e tijoleiras.
- **Conservação e Restauração:** Diretrizes para manutenção e reparos.

O conteúdo do guia foi elaborado com linguagem clara e acessível, visando atender tanto a profissionais da construção civil quanto a comunidades locais e interessados em geral. A descrição de cada técnica construtiva inclui uma lista dos materiais necessários, com indicações claras das proporções e alternativas viáveis, para garantir que os leitores possam adaptar as práticas às suas necessidades e disponibilidades locais.

Em seguida, é apresentado um passo a passo detalhado do processo de construção, que abrange desde a preparação dos materiais até o acabamento final, com orientações práticas para

cada etapa. Por fim, são destacadas as vantagens e benefícios de cada técnica, enfatizando suas características térmicas, acústicas, sustentáveis e culturais, que as tornam adequadas para o clima e o contexto socioambiental do Tocantins. Essa abordagem busca não apenas transmitir o conhecimento técnico, mas também ressaltar a importância dessas práticas para a preservação do patrimônio cultural e a promoção da sustentabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados desta pesquisa, constatou-se que as Técnicas Construtivas Tradicionais envolvem uma série de etapas e detalhes, sendo estes fundamentais para garantir a eficácia, durabilidade e sustentabilidade das construções. Essas etapas incluem desde a seleção e preparação dos materiais, como terra, fibras vegetais e cal, até a execução de processos específicos de moldagem, assentamento e acabamento. A preparação da terra, por exemplo, requer cuidados como a limpeza, peneiração e umidificação, enquanto a moldagem de adobes ou a compactação de taipa exigem atenção à proporção de materiais e ao tempo de secagem. Além disso, técnicas de revestimento, como o chapisco, emboço e reboco, são essenciais para proteger as paredes e garantir o conforto térmico e acústico das edificações.

Outro aspecto relevante é a aplicação de pinturas à base de cal, que não apenas protegem as superfícies contra umidade e microrganismos, mas também contribuem para a estética e a preservação histórica das construções. A manutenção periódica, como a reaplicação de rebocos e pinturas, também é crucial para prolongar a vida útil das edificações. Por fim, a compatibilidade dos materiais e técnicas utilizadas nas intervenções de conservação e restauração é um fator determinante para preservar a integridade estrutural e a autenticidade histórica das construções. Esses detalhes, quando executados com precisão e respeito às práticas tradicionais, reforçam a importância das Técnicas Construtivas Tradicionais como um legado cultural e uma alternativa sustentável para a construção civil contemporânea.

A respeito do revestimento, no Quadro 2 abaixo é demonstrado um passo a passo desta etapa.

**Quadro 2 - Passo a passo do revestimento tradicional**

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Preparação da Parede</b> | As paredes devem ser limpas com escovas de fibras naturais para remover poeira e partículas soltas. Em seguida, a superfície deve ser umedecida para evitar a absorção prematura da argamassa (Minke, 2006, p. 95; Santiago, 2007, p. 24; Silva Neto, 2022, p. 56). |
| <b>Chapisco</b>             | Aplicação de uma camada inicial de ligação, composta por cal hidratada e areia grossa (proporção 1:3), projetada contra a parede para criar rugosidade e aderência (Minke, 2006, p. 96; Santiago, 2007, p. 42; Bonelli <i>et al.</i> , 2008).                       |
| <b>Emboço</b>               | Camada intermediária de regularização feita com terra peneirada, cal e fibras vegetais, aplicada com espessura de 2-3 cm para corrigir irregularidades e garantir coesão (Minke, 2006, p. 96; Silva Neto, 2022, p. 142).                                            |
| <b>Reboco</b>               | Camada final de argamassa de cal e areia fina (1:2), alisada com desempenadeira de madeira, criando uma superfície homogênea e menos porosa (Minke, 2006, p. 97; Santiago, 2007, P. 44; Bonelli <i>et al.</i> , 2008).                                              |
| <b>Acabamento</b>           | Pintura com cal extinta ou pigmentos naturais (ex.: óxidos de ferro), método tradicional que protege contra umidade e microrganismos, conforme estudos em sítios históricos (Santiago, 2007, p. 129).                                                               |

Fonte: elaboração própria, 2025.

Além disso, revestimentos modernos à base de cimento Portland devem ser evitados em adobes, pois criam barreiras impermeáveis que induzem à degradação por umidade acumulada (Minke, 2006, p. 94; Kanan, 2008). Dessa forma, para garantir a durabilidade e compatibilidade dos revestimentos, recomenda-se priorizar materiais que preservem a permeabilidade e respeitem a lógica construtiva ancestral (Silva Neto, 2022, p. 137).

#### 4.1 Reparos

O uso de revestimentos de terra crua, como o reboco de barro, oferece vantagens significativas em termos de sustentabilidade, conforto ambiental e saúde, além de contribuir para a preservação do patrimônio histórico. No entanto, a correta aplicação e manutenção desses revestimentos exigem conhecimento técnico e atenção a detalhes construtivos. Segundo Brasil (2016), em edificações de adobe, a aplicação do reboco deve ser realizada em camadas, garantindo a aderência adequada e a compatibilidade entre os materiais. Para isso, a superfície da parede de adobe deve ser previamente umedecida e riscada, evitando destacamentos prematuros.

A conservação e o reparo desses revestimentos demandam intervenções que respeitem a composição e o comportamento dos materiais originais. Kanan (2008) alerta que o uso de cimento ou tintas acrílicas pode bloquear a permeabilidade do barro, ocasionando o acúmulo de umidade interna e acelerando o processo de degradação. Dessa forma, qualquer reparo deve ser conduzido com técnicas adequadas, iniciando pela remoção das partes deterioradas com espátulas de madeira para evitar danos à estrutura subjacente, conforme pode ser observado na Figura 12 abaixo, que retrata o reparo de uma construção deteriorada de Tocantins, realizada com o acompanhamento do autor deste estudo.

**Figura 12** - Reparo com espátula remoção das partes deterioradas



Fonte: Elaboração própria (2024).

Após essa etapa, a superfície foi limpa e preparada para a aplicação da nova argamassa, que deve possuir composição granulométrica e química semelhante à original. Bonelli *et al.* (2008) recomendam a adição de cal hidráulica (5–10%) para aumentar a durabilidade sem comprometer a respirabilidade do material. A aplicação do novo revestimento deve ser feita em camadas finas, respeitando o tempo de secagem natural para minimizar a ocorrência de fissuras (Brasil, 2016).

De acordo com Minke (2015), a manutenção periódica com leite de cal, uma solução de cal diluída em água, é uma estratégia eficiente para proteger a superfície sem comprometer a troca de umidade com o meio externo. Essa técnica tem sido historicamente utilizada na conservação de edificações em cidades como Porto Nacional, onde contribui para a preservação da integridade estrutural e estética das construções (Bonelli *et al.*, 2008).

A compatibilidade dos materiais empregados nos reparos foi essencial para evitar diferenças de dilatação térmica e permeabilidade que possam comprometer a estabilidade do reboco. Santiago (2007, p. 129-132) documenta casos em que o uso inadequado de cimento Portland em intervenções resultou na formação de eflorescências e degradação acelerada devido à retenção de umidade. Para evitar esses problemas, recomenda-se que a restauração de revestimentos históricos seja feita com argamassas de terra crua ou cal, garantindo continuidade às características físicas e químicas da construção original. O processo de intervenção deve incluir a remoção mecânica das camadas comprometidas sem o uso de produtos químicos agressivos, seguida da aplicação de novas argamassas em camadas finas, compostas por terra, cal e fibras naturais, permitindo secagem controlada para evitar retração excessiva.

A etapa final da proteção do revestimento pode ser realizada com acabamentos à base de cal, que conferem resistência às intempéries e mantêm a permeabilidade da parede, garantindo sua longevidade (Santiago, 2007, p. 152). Além disso, a manutenção periódica, como a reaplicação da napa de cal, é fundamental para prolongar a vida útil dos rebocos e preservar tanto a integridade estrutural quanto a autenticidade histórica das edificações. Essas estratégias demonstram a importância de combinar conhecimento técnico e respeito às técnicas tradicionais para garantir a durabilidade e funcionalidade das construções em adobe ao longo do tempo.

## 4.2 Pisos

Os pisos em construções tradicionais do Tocantins refletem uma síntese entre funcionalidade, disponibilidade de materiais locais e adaptação ao clima da região.

Historicamente, esses pisos eram confeccionados com materiais naturais e técnicas artesanais, garantindo durabilidade e harmonia com o entorno socioambiental (Santiago, 2007; Bonelli *et al.*, 2008).

Segundo Santiago (2007), essas técnicas, herdadas de métodos construtivos coloniais, visavam não apenas às condições climáticas, mas também à sustentabilidade e ao conforto térmico. Bonelli *et al.* (2008) reforçam que o uso de materiais locais, como terra, madeira e pedra, ainda hoje exemplifica a eficiência dessas práticas, principalmente em regiões de clima semiárido.

#### 4.3 Materiais e Técnicas Tradicionais

O piso de terra batida era um dos mais comuns em residências rurais do Tocantins no século XIX. Segundo Santiago (2007), sua execução envolvia a compactação manual com pilões de madeira, criando uma superfície firme e nivelada. A aditivação com fibras vegetais, como buriti e palha, ou com cal aumentava sua resistência à abrasão e reduzia fissuras (Santiago, 2007, p. 26-28) (Figura 13).

**Figura 13** - Piso de terra batida antes do tratamento mostrando as fissuras



Fonte: Chantier Maison Paille (s.d.).

Gernot Minke (2006) destaca que esse tipo de piso proporciona isolamento térmico natural, mantendo o interior das casas fresco mesmo em temperaturas externas elevadas. Bonelli *et al.* (2008) corroboram essa afirmação, ressaltando que a terra estabilizada com 5-10% de cal reduz a emissão de CO<sub>2</sub> em até 80% quando comparada a contrapisos de concreto (Figura 14).

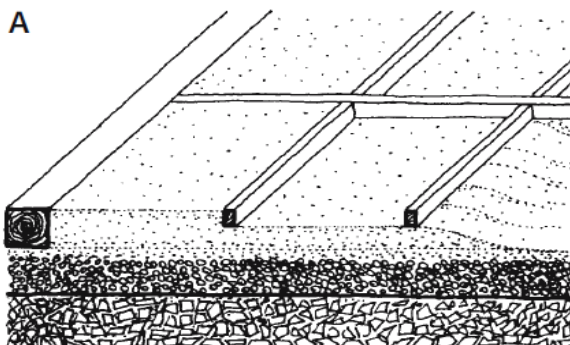
**Figura 14** - Exemplificação de terra batida após o tratamento



Fonte: Chantier Maison Paille (s.d.).

Minke (2015 p. 144) Descreve como demonstrado nas figuras abaixo uma camada base em barro que faz uma barreira capilar de 15cm de espessura de cascalho seguido por mais 10cm de argila, e a argamassa pode ser feita com barro, que no final demonstrou boa rigidez (Figuras 15 e 16).

**Figura 15** - Modelo para piso moderno de terra batida



Fonte: Gernot Minke (2015, p. 145).

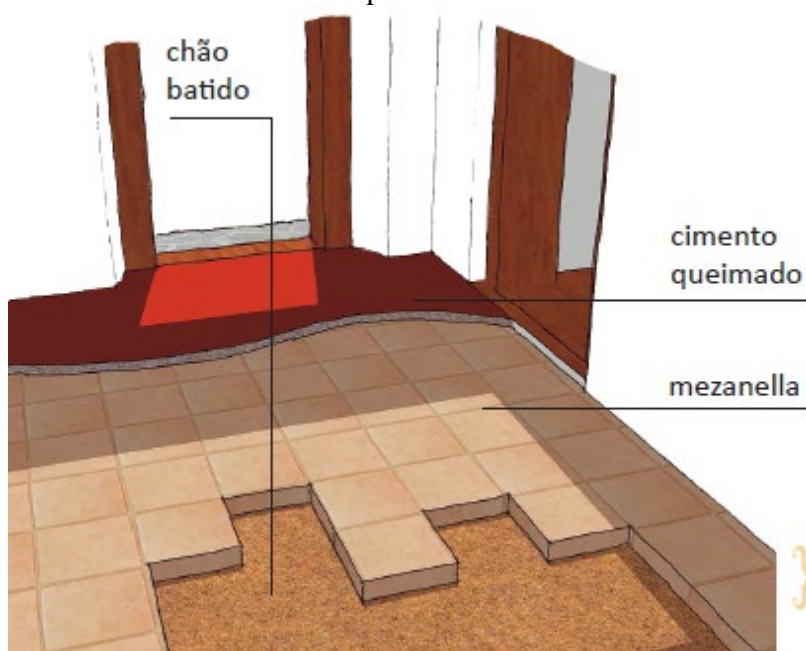
**Figura 16** - Execução de um piso de terra batida



Fonte: Gernot Minke (2015, p. 145-146).

A respeito das tijoleiras (Ladrilhos de Barro ou Mezanela), os pisos de tijolos, sejam de adobe ou maciços, eram amplamente utilizados nas edificações históricas do Tocantins. Santiago (2007) descreve que os tijolos eram assentados com argamassas de cal e areia no traço 1:3, seguindo métodos inspirados em tratados portugueses do século XVIII. Padrões geométricos, como espinha de peixe e esteira, eram empregados para distribuir cargas e evitar infiltrações (SANTIAGO, 2007, p. 42). Esse tipo de piso também recebe o nome de mezanelas cerâmicas ou tijoleiras. A montagem é realizada sobre um solo compactado, que é coberto por uma camada de areia lavada para garantir o alinhamento e a disposição uniforme das peças (Figura 17).

**Figura 17** - Demonstra que o piso teve três fases: a do chão batido, a do ladrilho de barro e a do cimento queimado vermelhão



Fonte: Bonelli *et al.* (2008, p. 22).

Bonelli *et al.* (2008) registram o uso dessas técnicas em casarões de Porto Nacional, destacando que a permeabilidade das argamassas de terra ou cal evitava acúmulo de umidade, aumentando a longevidade das construções. Kanan (2008) acrescenta que esse tipo de assentamento contribuía para a compatibilidade com outras técnicas tradicionais de construção.

#### 4.3.1 Madeira

Os assoalhos de madeira eram comuns tanto em residências urbanas quanto rurais. Segundo Santiago (2007), a madeira era utilizada em pisos elevados para isolamento térmico, principalmente em regiões sujeitas a inundações. Espécies de madeira de lei, como ipê e jatobá,

eram preferidas devido à sua resistência a cupins e umidade, sendo fixadas por pregos de ferro ou encaixes artesanais (Santiago, 2007, p. 69) (Figura 18).

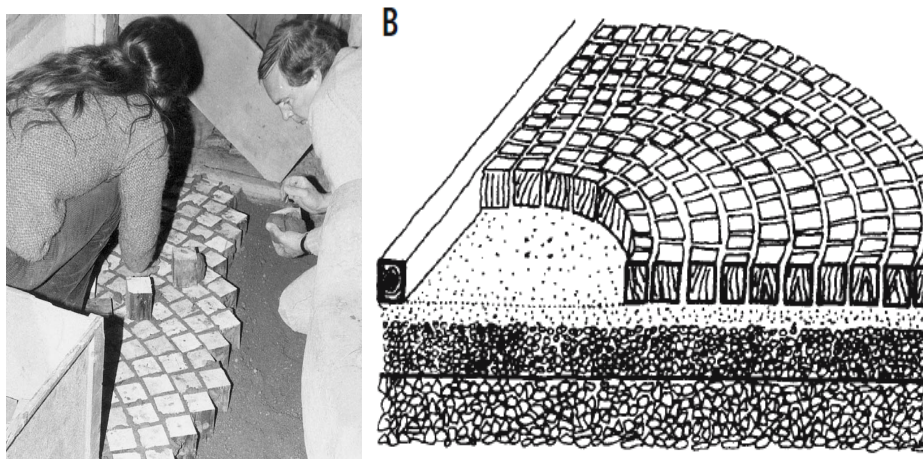
**Figura 18 - Assoalhos de madeira**



Fonte: Silva Neto (2022).

Já Minke (2015, p. 147) demonstra uma técnica de terra batida conjuntamente com blocos de madeira dispostos de maneira que se exponham como anéis anulares (Figura 19).

**Figura 19 - Execução de um piso de terra batida com blocos de madeira**



Fonte: Gernot Minke (2015, p. 144-146).

Bonelli *et al.* (2008) reforçam a importância desses materiais, mencionando seu uso predominante no século XX. Torgal *et al.* (2009) destacam que a densidade da madeira utilizada nesses pisos evitava infestações de pragas e prolongava sua durabilidade. No entanto, Bonelli *et al.* (2008) alertam que a falta de manutenção adequada, como a aplicação periódica de óleos vegetais, tem levado à degradação acelerada desses pisos em edificações históricas (Figura 20).

**Figura 20** - Casa Lumke demonstra piso de madeira e estrutura enxaimel

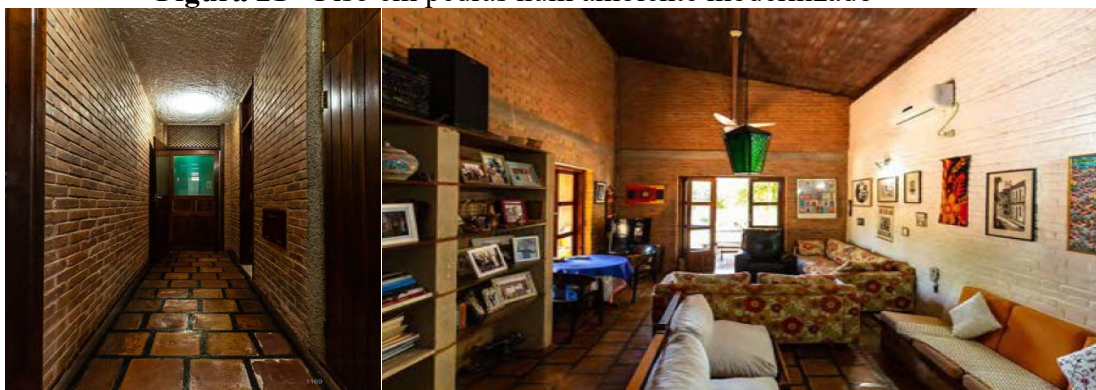


Fonte: Kanan (2008).

#### 4.3.2 Pedra

A utilização de pedras locais, como quartzito e arenito, era uma alternativa resistente e durável para pisos de igrejas e sobrados coloniais. Santiago (2007) menciona que esses materiais eram assentados com argamassa de cal e solo, garantindo drenagem natural e resistência ao desgaste. Bonelli *et al.* (2008) apontam que essa técnica foi amplamente empregada em construções históricas como a Matriz de Nossa Senhora do Carmo, em Monte do Carmo/TO. Segundo Torgal *et al.* (2009), a inércia térmica da pedra contribui para a regulação da temperatura interna das edificações, reduzindo a necessidade de climatização artificial (Figura 21).

**Figura 21** - Piso em pedras num ambiente modernizado



Fonte: Silva Neto (2022).

#### 4.4 Sustentabilidade e Conforto Bioclimático

A integração de materiais naturais nos pisos das construções tradicionais tocantinenses representa um modelo construtivo de baixo impacto ambiental. Santiago (2007) enfatiza que materiais como terra, madeira e pedra preservam a permeabilidade ao vapor, evitando umidade ascendente e prolongando a vida útil das edificações. Minke (2006) reforça que o uso de terra crua e estabilizada contribui para a sustentabilidade, reduzindo a emissão de carbono associada a materiais industrializados. Torgal *et al.* (2009) destacam que a inércia térmica desses materiais regula a temperatura interna dos ambientes, promovendo conforto sem necessidade de climatização artificial.

Por conta disso, Bonelli *et al.* (2008) alertam para os desafios contemporâneos na conservação desses pisos, destacando a necessidade de evitar revestimentos impermeáveis, como cerâmicas industriais, em restaurações, pois comprometem a compatibilidade técnica dos materiais originais. Kanan (2008) reforça que a manutenção preventiva e o respeito às técnicas tradicionais são essenciais para preservar a autenticidade das edificações históricas. Dessa forma, os pisos tradicionais do Tocantins representam não apenas uma herança construtiva, mas também um exemplo de adaptação sustentável ao ambiente local, equilibrando funcionalidade, durabilidade e respeito aos recursos naturais.

#### 4.5 Pintura à base de cal

A pintura a cal hidráulica é uma técnica tradicional amplamente utilizada em construções históricas devido à sua durabilidade, permeabilidade ao vapor e excelente compatibilidade com substratos porosos. A cal hidráulica, diferente da cal aérea, possui propriedades que permitem sua cura em presença de água, tornando-a ideal para áreas com umidade. Além disso, a tinta de cal oferece benefícios estéticos e funcionais, como a refletância térmica, que contribui para o conforto térmico nas edificações, especialmente em climas quentes (Werle *et al.*, 2014; Duarte, Alvarez; 2001).

##### 4.5.1 Materiais

Como parte dos materiais, tem-se a Cal Hidratada, obtida a partir da calcinação de calcários margosos, contém uma mistura de silicatos e aluminatos de cálcio que conferem propriedades hidráulicas. A cal hidráulica cura tanto no ar quanto na água (Duarte; Alvarez, 2001) (Figura 22).

**Figura 22-** Cal utilizada



Fonte: tintastecte (s.d.).

- **Água:** Deve ser limpa e isenta de impurezas para evitar reações indesejadas (Werle *et al.*, 2014).
- **Pigmentos em pó:** Os pigmentos compatíveis com a alcalinidade da cal são óxidos de ferro, ocre e outras terras naturais, conferindo cores à tinta sem comprometer a durabilidade (Werle *et al.*, 2014; Gil, 2020).
- **Aditivos:** Resinas PVA podem ser utilizadas para melhorar a aderência da cal a substratos específicos e aumentar a durabilidade em áreas expostas a intempéries (Werle *et al.*, 2014). O óleo de linhaça também pode ser adicionado para aumentar a impermeabilidade e a resistência da superfície pintada, tornando-a ideal para aplicações externas (Figura 23).

**Figura 23-** Carro do IFTO com Materiais



Fonte: Elaboração própria (2024).

#### 4.5.2 Ferramentas

- **Pincéis largos (trinchas):** Usados para aplicar a tinta de cal de forma uniforme em pequenas áreas.
- **Recipientes:** Baldes de plástico ou inox recomendados para misturar a cal, água e pigmentos, assegurando uma consistência homogênea durante todo o processo.
- **Espátula:** Utilizada para remover sujeira, tintas antigas ou resíduos que possam interferir na aderência da nova aplicação.
- **Escovas de fibra dura ou escovão de 30cm com cabo de madeira:** Essenciais para a limpeza da superfície, removendo poeira, mofo e impurezas, facilitando a aderência da tinta à superfície.
- **Rolos de lã antigotas:** Indicados para áreas maiores, como paredes externas e internas, onde o uso de trinchas seria menos eficiente.
- **Cabo extensor para rolo:** Auxilia na aplicação em áreas mais altas ou de difícil acesso.
- **Misturador movido a furadeira:** Ferramenta essencial para garantir uma mistura homogênea de cal, água e outros aditivos (PVA, pigmentos), especialmente em grandes volumes.
- **Bandeja de pintura:** Facilita a distribuição uniforme da tinta no rolo de lã, otimizando o trabalho em superfícies extensas (Figura 24).

**Figura 24-** Bandeja de pintura, luva e trincha utilizados na pintura pelo IFTO



Fonte: Elaboração própria (2024).

- **Fita crepe ou plástica de proteção:** Ideal para proteger áreas que não devem ser pintadas, como bordas de janelas, portas e detalhes arquitetônicos.
- **Lixas de grão médio e fino:** Utilizadas para alisar e preparar a superfície antes da aplicação da tinta, garantindo um acabamento nivelado.
- **Lona:** Essencial para cobrir pisos, móveis e outras superfícies próximas ao local de trabalho, evitando respingos e protegendo o ambiente de sujeira e manchas.

#### 4.5.3 Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)

- **Óculos de proteção:** Evitam que a cal entre em contato com os olhos, o que pode causar irritação grave.
- **Luvas de borracha:** Protegem as mãos da alcalinidade da cal, evitando queimaduras químicas (Duarte, Alvarez; 2001).
- **Máscara facial:** Evitar a inalação de partículas de cal.
- **Roupas de proteção:** Macacões ou aventais para proteger a pele de respingos de cal (Duarte, Alvarez; 2001).
- **Calçados de segurança:** Sapatos ou botas para proteger os pés contra quedas de materiais, como baldes ou ferramentas (Figura 25).

**Figura 25 - Preparativos para a realização da mistura**



Fonte: Elaboração própria (2024).

## 4.6 Misturas

As misturas e proporções utilizadas na pintura com cal variam de acordo com o substrato e o objetivo da aplicação. A utilização da cal em diferentes composições permite variadas aplicações na construção civil, especialmente em revestimentos de paredes e superfícies. A mistura básica, composta por 8 kg de cal e 11 litros de água, é ideal para superfícies internas e externas que possuem alta absorção de água, como paredes de tijolos e rebocos de argamassa. Essa formulação, conforme apontam Duarte e Alvarez (2001) e Werle *et al.* (2014), proporciona um acabamento homogêneo e eficiente na proteção dessas estruturas (Figura 26).

**Figura 26** - Preparativo para mistura apenas com cal hidratada e água



Fonte: Elaboração própria (2024).

Outra variação consiste na adição de resina PVA à mistura de cal e água, na proporção de 8 kg de cal, 11 litros de água e 1 kg de resina PVA. Esse acréscimo melhora a durabilidade e a adesão do revestimento, tornando-o mais resistente às intempéries, especialmente em superfícies externas expostas diretamente à chuva, como descrito por Werle *et al.* (2014).

Além disso, a incorporação de pigmento na mistura permite a obtenção de colorações específicas para aplicações decorativas. Essa composição, que mantém a base de 8 kg de cal e 11 litros de água, pode conter até 800 g de pigmento, garantindo maior variedade estética nos acabamentos. Segundo Werle *et al.* (2014), essa técnica possibilita a personalização das superfícies sem comprometer as propriedades do material. No Quadro 3 abaixo são descritos detalhes de cada opção.

**Quadro 3 - Formulações da Tinta de Cal e Suas Aplicações**

| <b>Componente</b>                  | <b>Proporção</b>                                                          | <b>Objetivo</b>                            | <b>Aplicação</b>                                        |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Cal e Água</b>                  | 1 saco de cal hidráulica (8kg) para 11 litros de água                     | Preparar a base de tinta                   | Superfícies porosas como pedra ou argamassa             |
| <b>Cal, Água e PVA</b>             | 1 saco de cal hidráulica (8kg) para 11 litros de água, 5% PVA             | Melhorar a adesão e aumentar a resistência | Superfícies externas e internas                         |
| <b>Cal, Água e Óleo de Linhaça</b> | 1 saco de cal hidráulica (8kg) para 11 litros de água, 1% óleo de linhaça | Impermeabilização e maior durabilidade     | Áreas externas expostas a intempéries                   |
| <b>Pigmentos</b>                   | até 10% de pigmento pó em relação ao peso da cal                          | Colorir a tinta de cal com tons duráveis   | Pinturas decorativas e superfícies visíveis             |
| <b>Cal, Água, PVA e Pigmentos</b>  | 1 parte de cal, 3 partes de água, 5% PVA, até 10% de pigmentos            | Melhorar a durabilidade e adicionar cor    | Aplicações coloridas em superfícies internas e externas |

Fonte: elaboração própria, 2025.

## 5 PASSO A PASSO: RESTAURAÇÃO DE OBRAS TRADICIONAIS

Neste capítulo apresenta-se o passo a passo da restauração de construções tradicionais considerando obras de Tocantins.

### 5.1 Passo 1: Preparação da Superfície

A superfície deve estar limpa, seca e porosa. Remova tintas soltas ou poeira com uma escova de cerdas duras (Duarte, Alvarez; 2001; Werle *et al.*, 2014) (Figura 27).

**Figura 27** - Utilização da escova de cerdas duras



Fonte: Elaboração própria (2024).

Em superfícies porosas, como pedra ou tijolo, recomenda-se uma lavagem com água e sabão neutro para garantir melhor aderência da tinta (Werle *et al.*, 2014).

### 5.2 Passo 2: Preparação da Mistura de Cal

Misture a cal hidráulica com água na proporção de 1:3 (uma parte de cal para três partes de água). Misture até obter uma consistência homogênea (Werle *et al.*, 2014). Se utilizar pigmentos, adicione-os à água antes de misturar com a cal, garantindo uma coloração uniforme. Resinas PVA podem ser adicionadas para melhorar a aderência em substratos difíceis (Werle *et al.*, 2014; Gil, 2020) (Figura 28).

**Figura 28 - Uso da máquina na preparação da mistura**



Fonte: Elaboração própria (2024).

### 5.3 Passo 3: Aplicação da Primeira Demão

Aplicar a primeira demão com movimentos cruzados, garantindo uma cobertura homogênea. A tinta de cal é translúcida no início e se torna opaca conforme seca (Werle *et al.*, 2014; Gil, 2020) (Figura 29).

**Figura 29 - Realização da primeira demão, percebe-se a cal sendo translúcida na parede inicialmente**



Fonte: Elaboração própria (2024).

#### 5.4 Passo 4: Aplicação de Demãos Intermediárias e Finais

Espere 12 a 24 horas entre cada demão para garantir uma secagem adequada. Umedeça a superfície antes de aplicar cada nova camada para melhorar a adesão (Duarte, Alvarez; 2001; Werle *et al.*, 2014) (Figuras 30 e 31).

**Figura 30** - Realização da segunda demão, percebe-se a cal aparecendo mais



Fonte: Elaboração própria (2024).

**Figura 31** - Última camada e a pintura branca da cal se destaca



Fonte: Elaboração própria, 2024.

### 5.5 Passo 5: Acabamento

Para garantir maior resistência às intempéries, pode-se aplicar uma mistura indicada a resistir a intempéries sobre a última demão, criando uma superfície repelente à água (Figura 32).

**Figura 32-** Serviço completo em uma construção em Porto Nacional



Fonte: Elaboração própria (2024).

### 5.6 Passo 6: Limpeza das Ferramentas

Limpe todos os pincéis, rolos e recipientes com água e detergente neutro, garantindo que a cal não endureça nas ferramentas.

### 5.7 Pintura de esquadrias

A pintura de esquadrias é um processo essencial na manutenção e na estética de edificações, especialmente em casas de adobe, onde a madeira é um elemento importante. Uma boa pintura protege as esquadrias das intempéries, da umidade e de pragas, além de contribuir para a beleza e valorização do imóvel. Este guia passo a passo detalha as etapas e os cuidados necessários para realizar a pintura de esquadrias de madeira em casas de adobe, com foco na técnica e na qualidade do resultado.

### 5.7.1 Materiais

- **Lixas:**
  - Lixa grão 220 (para criar porosidade na madeira)
  - Lixa grão 600 (para acabamento)
- **Rolo de espuma:** Para aplicação da tinta em áreas maiores.
- **Trincha:** Para acabamento e pintura de cantos e detalhes.
- **Bandeja para tinta:** Para facilitar o uso do rolo e evitar desperdícios.
- **Régua ou mexedor:** Para homogeneizar a tinta antes da aplicação.
- **Fita crepe, plástico ou papel Kraft:** Para proteger áreas que não serão pintadas.
- **Espátula:** Para remover tintas soltas ou imperfeições na madeira.
- **Massa corrida:** Para corrigir imperfeições e nivelar a superfície da madeira (opcional).
- **Selador para madeira:** Para preparar a madeira e garantir melhor aderência da tinta.
- **Tinta para madeira:** Escolha uma tinta de qualidade, adequada para áreas externas ou internas, conforme a necessidade.
- **Solvente:** Para limpeza das ferramentas e diluição da tinta, se necessário.
- **Pano úmido:** Para limpeza da superfície.

### 5.7.2 Ferramentas

- **Lixadeira:** Para facilitar o lixamento (opcional).
- **Furadeira com misturador:** Para homogeneizar a tinta (opcional).

### 5.7.3 Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)

- **Luvas:** Para proteger as mãos do contato com a tinta e solventes.
- **Máscara:** Para evitar a inalação de partículas de tinta e solventes.
- **Óculos de proteção:** Para proteger os olhos de respingos.
- **Calçado fechado:** Para proteger os pés.

### 5.7.4 Misturas

São feitas diferentes misturas:

- **Preparo da tinta:** Dilua a tinta com solvente, se necessário, seguindo as instruções do fabricante. Misture bem a tinta antes e durante a aplicação para garantir a homogeneidade da cor.
- **Preparo da massa corrida:** Misture a massa corrida com água, se necessário, até obter a consistência adequada para aplicação.

## 5.8 Passo a Passo

Para a aplicação da pintura, segue-se o seguinte passo a passo:

### 5.8.1 Passo 1: Preparação da superfície

- Limpe a superfície da esquadria com um pano úmido para remover poeira e sujeira.
- Remova tintas soltas ou descascadas com a espátula.
- Lixe a madeira com a lixa grão 220 para remover imperfeições e criar porosidade para a tinta.
- Aplique massa corrida para corrigir imperfeições maiores, se necessário. Lixe novamente após a secagem da massa.
- Lixe a madeira com a lixa grão 600 para um acabamento mais fino.
- Limpe a superfície com um pano úmido para remover o pó do lixamento.

### 5.8.2 Passo 2: Proteção

- Utilize fita crepe, plástico ou papel Kraft para proteger as áreas ao redor da esquadria que não serão pintadas, como vidros, paredes e ferragens.

### 5.8.3 Passo 3: Aplicação do selador

- Aplique uma demão de selador para madeira com o rolo de espuma ou trincha, seguindo as instruções do fabricante. O selador sela a porosidade da madeira, uniformiza a absorção e garante melhor aderência da tinta.
- Aguarde o tempo de secagem recomendado pelo fabricante antes de prosseguir.

#### 5.8.4 Passo 4: Aplicação da tinta

- Aplique a primeira demão de tinta com o rolo de espuma, de forma uniforme e sem excessos. Utilize a trincha para pintar os cantos e detalhes (Figura 33).

**Figura 33** - Pintura de esquadrias realizado pelo IFTO



Fonte: Elaboração própria (2024).

Além disso, aguarde o tempo de secagem recomendado pelo fabricante e em seguida aplique a segunda demão de tinta, seguindo o mesmo procedimento (Figura 34).

**Figura 34** - Pintura de esquadrias realizado pelo IFTO segunda demão



Fonte: Elaboração própria (2024).

Cabe ressaltar que, dependendo da tinta e da cor escolhida, pode ser necessária uma terceira demão para um acabamento perfeito.

#### *5.8.5 Passo 5: Acabamento*

- Remova a fita crepe, plástico ou papel Kraft com cuidado, antes que a tinta seque completamente.
- Verifique se há algum ponto que necessite de retoque e faça os ajustes necessários.

#### *5.8.6 Passo 6: Limpeza*

- Limpe as ferramentas com solvente, seguindo as instruções do fabricante.

Assim, os dados aqui obtidos permitiram a elaboração de um guia para orientar a prática em questão com maior praticidade e domínio. Este foi disponibilizado no Apêndice A.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou documentar e disseminar as técnicas construtivas tradicionais do Tocantins, abrangendo todo o processo construtivo, desde as fundações até as instalações prediais. A pesquisa se propôs a analisar o problema da perda progressiva dessas técnicas, ameaçando o patrimônio histórico do estado. Para tanto, foram descritos os principais materiais e métodos utilizados na construção tradicional tocantinense, com base em edificações históricas e referências bibliográficas.

A pesquisa confirmou a importância de se preservar as técnicas construtivas tradicionais, como o uso do adobe, da madeira e da cal, para a manutenção da identidade cultural e do patrimônio histórico do Tocantins. A análise das edificações históricas evidenciou a riqueza e a diversidade dessas técnicas, bem como sua adaptação às condições climáticas e sociais da região.

Os objetivos propostos foram alcançados, com a identificação e descrição dos principais materiais e técnicas construtivas, além da análise detalhada de elementos como fundações, alvenaria, esquadrias, revestimentos, pintura à base de cal, pintura de esquadrias, pisos, coberturas e instalações prediais. O guia prático para a construção e restauração de edificações com técnicas tradicionais, ilustrado com exemplos do patrimônio histórico tocantinense, atende à necessidade de preservação da cultura construtiva e de promoção da sustentabilidade na construção civil.

A obra de Gernot Minke, "Construindo com Terra uma arquitetura sustentável", se mostrou valiosa para aprofundar a discussão sobre a construção com terra, trazendo elementos que corroboram a importância da construção tradicional e sua relevância para o futuro. As propriedades do adobe, como o desempenho térmico, a sustentabilidade e a resistência a terremotos, destacadas por Minke, reforçam o valor desse material na construção tocantinense.

O estudo evidenciou a necessidade de se promover a valorização da cultura construtiva tocantinense e o uso de práticas mais sustentáveis na construção civil. Espera-se que este trabalho contribua para a conscientização da comunidade e dos profissionais da área sobre a importância de se preservar o patrimônio histórico e de se buscar soluções construtivas mais adequadas à realidade tocantinense.

É fundamental que o poder público incentive a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias que permitam o uso de materiais e técnicas tradicionais na construção civil, garantindo a sustentabilidade e a preservação da identidade cultural do Tocantins. A educação e a formação de profissionais capacitados para trabalhar com a construção tradicional também

são cruciais para a continuidade desse legado, capacidade de mão de obra, geração de empregos, divulgação da técnica, economia e conforto térmico.

Acredita-se, portanto, que a construção tradicional tocantinense, com sua riqueza de materiais e técnicas, tem muito a oferecer ao presente e ao futuro da construção civil. Que este trabalho inspire a busca por soluções construtivas mais sustentáveis, que valorizem a cultura e a história do Tocantins.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15812. **Alvenaria Estrutural - Blocos de Terra Estabilizada - Projeto e Execução**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2010.

BONELLI, R.; DELPINO, R.; MIGOTO, M. **Manual de Conservação da Arquitetura Nativitana**. Natividade, TO: IPHAN, 2008.

BONELLI, R.; DELPINO, R.; MIGOTO, M. **Manual Prático: Uso da Cal**. Brasília, DF: IPHAN / Programa Monumenta, 2006.

BURKE, M. **Entendendo a Arquitetura Vernacular**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHANTIER MAISON PAILLE. **Chantier-maison-paille.overblog.com**. Chantier Maison Paille, s.d. Disponível em: <https://chantier-maison-paille.overblog.com/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

DIAS, A. C. **Construções com Terra: Princípios e Técnicas**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2010.

DUARTE, C. M.; ALVAREZ, J. A. Cal Hidráulica: um pouco da sua História. **Revista Construção Reparação**, n. 10, p. 32-34, 2001. Disponível em: [http://www.gecorpa.pt/Upload/Revistas/Rev10\\_Pag32.pdf](http://www.gecorpa.pt/Upload/Revistas/Rev10_Pag32.pdf). Acesso em: 07 ago. 2024.

GIL, M. As pinturas a cal. In: Congresso de Pintura Mural, 2020, Lisboa. **Anais...** Lisboa: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14568/cp2020043>. Acesso em: 07 ago. 2024.

IPHAN. **Patrimônio Material**. Brasília, DF: IPHAN, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/iphan/pt-br/superintendencias/tocantins/patrimonio-material>. Acesso em: 17 jan. 2025.

KANAN, J. **Construções Sustentáveis com Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

KANAN, M. I. **Manual de Conservação e Intervenção em Argamassas e Revestimentos à Base de Cal**. Brasília, DF: Iphan / Programa Monumenta, 2008. 172 p. (Cadernos Técnicos;

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C.; BÁRTOLO, H.; VASCONCELOS, C. **Construção com terra: passado e futuro**. IMPACT projects, Santana do Araguaia, v. 1, n. 2, p. 27-48, dez. 2022.

PORTO, Marconio Ferreira. **Processo do patrimônio no Tocantins**. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo/Minter) - Faculdade de Arquitetura, Universidade de Brasília, Palmas, 2011.

8).

LEITÃO, F. **Esquadrias de madeira: história, tecnologia e preservação**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2013.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C.; BÁRTOLO, H.; VASCONCELOS, C. **Construção com terra: passado e futuro**. IMPACT projects, Santana do Araguaia, v. 1, n. 2, p. 27-48, dez. 2022.

MASCARENHAS, P. **Construções em adobe: técnicas e materiais**. Lisboa: Caleidoscópio, 2012.

MINKE, G. **Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture**. 3. ed. Basel: Birkhäuser, 2006.

MINKE, G. **Construindo com terra: desenho e tecnologia de uma arquitetura sustentável**. São Paulo: PINI, 2015.

NASCIMENTO, N. N. do. Natividade e Porto Nacional: cidades patrimonializadas no Tocantins. In: BALSAN, R.; NASCIMENTO, N. N. do. **Patrimônio cultural no estado do Tocantins**. Palmas, TO: Editora Universitária - EdUFT, 2020. p. 20-29.

NEVES, C.; FARIA, O. B. (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. 79 p. Disponível em: <http://www.redproterra.org>. Acesso em: 17 jan. 2025.

OLIVEIRA NETTO, A. A. de. **Metodologia da pesquisa científica: guia prático para a apresentação de trabalhos acadêmicos**. 3. ed. rev. e atual. Florianópolis: Visual Books, 2008.

PEÑA, F.; LOURENÇO, P. B. Estruturas em Terra: Comportamento e Patologias. In: Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil. [S.l.: s.n.], 2023.

PORTO, M. F. **Processo do patrimônio no Tocantins**. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura, Universidade de Brasília, Palmas, 2011.

SANTIAGO, C. C. **Argamassas tradicionais de cal**. Salvador: EDUFBA, 2007. 202 p. ISBN 978-85-232-0471-6.

SANTOS, A. M. P. dos. **A cal e suas aplicações na construção**. Lisboa: Universidade Lusíada de Lisboa, 2011. Dissertação (Mestrado Integrado em Arquitectura).

SILVA, J. M. **Arquitetura Tradicional Portuguesa: A Casa de Adobe**. Braga: Editora Universidade do Minho, 2006.

SILVA NETO, E. A. da. **Panorama da arquitetura em Goiás: séculos XVIII, XIX e XX**. 2022. 1446 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

TORGAL, F. P.; EIRES, R. M. G.; JALALI, S. **Construção em Terra**. Lisboa: IST Press, 2009.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Sistema de Bibliotecas. **Normas para elaboração de trabalhos acadêmicos**. Curitiba: UTFPR, 2009.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. [Modelo de TCC]. Cornelio Procopio, PR: UTFPR, 2017. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/cornelioprocopio/biblioteca-e-producao-academica/acesso-usuario/arquivos/modelo-tcc-2017/view>. Acesso em: 17 jan. 2025.

VARUM, H.; MARTINS, T.; VELOSA, A. Caracterização do adobe em construções existentes na região de Aveiro. In: Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra (IV SIACOT) e Seminário Arquitectura de Terra em Portugal (III), 2005, Convento da Orada, Monsaraz. **Anais...** Monsaraz: [s.n.], 2005.

TORGAL, F. P.; EIRES, R. M. G.; JALALI, S. **Construção em Terra**. Lisboa: IST Press, 2009.

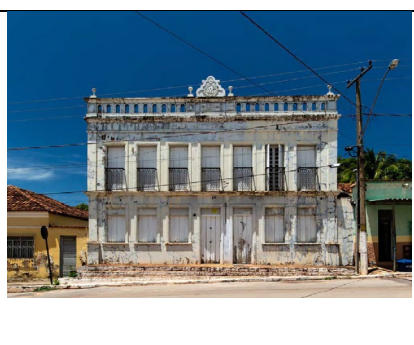
TECTEX Tintas. **Cal para Pintura**. Tintas Tectex, [s.d.]. Disponível em:  
<http://tintastectex.com.br/produtos/cal-pintura.php>. Acesso em: 3 fev. 2025.

WERLE, A. P.; LOH, K.; JOHN, V. M. **Pintura à base de cal como alternativa de revestimento frio**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 149-157, jul./set. 2014.  
Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/ac/a/ZvCp85KbDJR65WW3JvzcHk/abstract/?lang=pt>. Acesso em:  
07 ago. 2024.

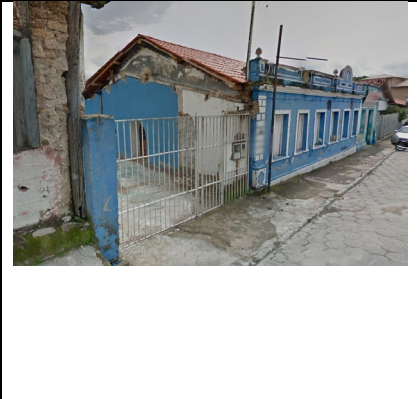
## ANEXOS

## Anexo A – Imóveis que compõem o patrimônio edificado no Tocantins

| Imóvel                                                                              | Descrição                                    | Ano de Construção | Cidade          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|-----------------|
|    | Matriz de Nossa Senhora da Conceição         | ≈1740             | Conceição - TO  |
|   | Igreja de São Benedito                       | ≈1740             | Natividade - TO |
|  | Matriz de Nossa Senhora da Natividade        | 1759 / 1927       | Natividade - TO |
|  | Ruínas da Igreja de Nossa Senhora do Rosário | ≈1780             | Natividade - TO |

|                                                                                     |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|
|    | Matriz de Nossa Senhora do Carmo     | Arquitetura religiosa colonial com influências barrocas, construída em adobe e coberta com telhas cerâmicas. A igreja, apesar de suas limitações materiais, permanece praticamente inalterada, refletindo a continuidade das práticas religiosas e culturais desde o período da mineração. | 1801        | Monte do Carmo - TO |
|    | Residência nº 200, Rua Deocleciano   | Arquitetura tradicional de Natividade, utilizando técnicas construtivas locais adaptadas ao estilo eclético que predominava na época. A edificação manteve-se praticamente inalterada.                                                                                                     | ≈1890       | Natividade - TO     |
|   | Cadeia Pública de Natividade         | Arquitetura simples e funcional característica das edificações públicas da época, utilizando paredes de pedra e estrutura reforçada. Convertida em museu em 1995, a edificação preserva suas características originais.                                                                    | ≈1890       | Natividade - TO     |
|  | Residência nº 128, Avenida Cruzeiros | Arquitetura tradicional que utiliza alvenaria e técnicas locais, adaptadas ao estilo eclético em voga na época. A casa reflete a transição entre o século XIX e o início do século XX, mantendo-se fiel ao estilo original com poucas modificações.                                        | 1898        | Natividade - TO     |
|  | Cadeia Pública de Porto Nacional     | Arquitetura tradicional de edificações públicas, utilizando técnicas de construção em adobe e alvenaria de pedra. A cadeia passou por reformas em 1920 que reforçaram sua estrutura, mantendo sua funcionalidade e características originais.                                              | 1922 / 1899 | Porto Nacional - TO |
|  | Residência Manoel Lima               | Exemplo da transição da arquitetura tradicional para o ecletismo, refletindo as mudanças sociais e culturais da época. A casa, construída em alvenaria, passou por uma remodelação significativa que incorporou novos elementos estilísticos, mantendo, porém, sua essência original.      | 1902 / 1931 | Taguatinga - TO     |

|                                                                                     |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|
|    | Catedral de Nossa Senhora das Mercês     | Um dos maiores exemplos de arquitetura eclética na região, combinando influências neogóticas com elementos tradicionais. Construída em alvenaria com cobertura de telhas cerâmicas, a catedral representa a centralidade da fé católica na formação e desenvolvimento da cidade.                                                     | 1903  | Porto Nacional - TO |
|    | Residência nº 100, Praça Leopoldo        | Exemplifica a transição arquitetônica do início do século XX, com uma renovação estilística influenciada pelo ecletismo. A edificação, feita em alvenaria e utilizando técnicas tradicionais, manteve-se fiel ao estilo original ao longo dos anos, com poucas intervenções.                                                         | 1909  | Natividade - TO     |
|   | Convento Santa Rosa de Lima              | Exemplo da arquitetura religiosa, combinando influências do neogótico e do ecletismo, típico das ordens religiosas francesas. Feito em alvenaria, o convento reflete a importância da Ordem Dominicana na formação da cidade e no desenvolvimento da educação religiosa na região. O edifício mantém suas características originais. | 1913  | Porto Nacional - TO |
|  | Residência nº 106, Rua Deocleciano Nunes | Exemplo de renovação estilística, com uma fachada elaborada que utiliza elementos decorativos típicos do ecletismo.                                                                                                                                                                                                                  | ≈1920 | Natividade - TO     |
|  | Prefeitura de Porto Nacional             | Exemplo da transição arquitetônica que ocorreu na cidade no início do século XX, combinando elementos do ecletismo com a funcionalidade das edificações públicas. Feita em alvenaria e adobe, a prefeitura passou por reformas que mantiveram sua estrutura original.                                                                | 1922  | Porto Nacional - TO |

|                                                                                     |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------|
|    | Residência nº 136, Rua Deocleciano | Exemplo da renovação estilística que ocorreu na cidade durante o início do século XX. Com uma fachada elaborada, a casa utiliza alvenaria e elementos decorativos típicos do ecletismo, refletindo as influências culturais e arquitetônicas da época.                                                                  | 1924  | Natividade - TO |
|    | Residência nº 68, Rua Nova         | Reflete as transformações arquitetônicas que ocorreram na cidade durante o início do século XX, com influências ecléticas que se manifestam na fachada e nos detalhes construtivos.                                                                                                                                     | 1926  | Taguatinga - TO |
|   | Prefeitura de Natividade           | Possivelmente construída na década de 1930, reflete o crescimento urbano da cidade com uma arquitetura eclética que foi posteriormente renovada nos anos 1960 para incorporar elementos modernistas. A edificação, feita em alvenaria com detalhes decorativos, passou por reformas que alteraram sua fachada original. | ≈1930 | Natividade - TO |
|  | Residência nº 54, Praça Matriz     | Feita em alvenaria, a casa reflete as influências culturais e estilísticas que chegaram à região durante o início do século XX, mantendo-se preservada em grande parte.                                                                                                                                                 | 1935  | Taguatinga - TO |
|  | Residência nº 26, Rua Brg. Felipe  | Caracterizado por elementos estilísticos que refletem as primeiras obras de arquitetos recém-formados. Utilizando alvenaria comum na época, a construção sofreu alguma deterioração, representando um período de experimentação arquitetônica com influências locais e poucas intervenções ao longo do tempo.           | 1940  | Arraias - TO    |

|                                                                                    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------|
|   | Residência nº 84, Rua Otávio M.         | Construída em um período indeterminado, incorpora uma releitura dos elementos clássicos, com molduras e platibandas que refletem a transformação do ecletismo na arquitetura local. Feita em tijolo cerâmico e concreto, a casa passou por atualizações estilísticas.                                                 | S/D | Arraias - TO    |
|   | Residência nº 100, Rua Deocleciano      | Construída em um período indeterminado, exemplifica a adaptação dos elementos tradicionais às influências ecléticas do início do século XX. Utilizando materiais como alvenaria e tijolos.                                                                                                                            | S/D | Natividade - TO |
|  | Residência nº 89, Avenida 7 de Setembro | Construída em um período indeterminado, exemplo da adaptação dos elementos ecléticos à arquitetura tradicional local. Com uma fachada simples, mas significativa, a casa reflete as transformações estilísticas que ocorreram na cidade ao longo do início do século XX, preservando suas características principais. | S/D | Natividade - TO |

## APÊNDICE

### Apêndice A – Guia de Técnicas Construtivas Tradicionais do Tocantins

Este guia tem como objetivo documentar, sistematizar e disseminar as técnicas construtivas tradicionais do Tocantins, com ênfase nas construções com terra, como adobe, taipa e outras práticas locais. Além de preservar o patrimônio cultural e arquitetônico, o manual busca promover a aplicação sustentável dessas técnicas em contextos contemporâneos, fornecendo diretrizes para a conservação e restauração de edificações históricas. Ao unir conhecimento tradicional e práticas modernas, este guia pretende ser uma ferramenta de referência para profissionais, comunidades e interessados, incentivando o uso responsável e consciente dessas técnicas em prol da sustentabilidade e da preservação cultural.

---

#### 1. Técnicas Construtivas com Terra

##### 1.1 Adobe

O adobe é uma técnica construtiva que utiliza blocos de terra crua, água e, em alguns casos, fibras vegetais. Esses blocos são moldados manualmente e secos ao sol, resultando em uma construção de baixo custo e impacto ambiental reduzido.

##### 1.1.1 Materiais Necessários

- Terra argilosa
- Água
- Fibras vegetais (opcional, para reduzir fissuras)
- Cal ou cimento (opcional, para aumentar a resistência)

##### 1.1.2 Processo de Fabricação

1. **Preparação da Terra:** A terra deve ser limpa, peneirada e umedecida. Em solos arenosos, recomenda-se a adição de cal para aumentar a coesão.
2. **Moldagem:** A mistura é colocada em formas de madeira e compactada manualmente.

3. **Secagem:** Os blocos são deixados ao sol por cerca de um mês, protegidos da chuva e de outras intempéries.

### 1.1.3 Assentamento

- Os blocos de adobe são assentados com argamassa de barro, formando as paredes da construção.
- A fundação deve ser feita com pedras ou tijolos maciços para garantir a estabilidade da estrutura.

### 1.1.4 Vantagens

- Conforto térmico e acústico
  - Baixo custo e impacto ambiental
  - Durabilidade comprovada em construções históricas, como a Igreja de São Benedito, em Natividade.
- 

## 1.2 Taipa

A taipa é uma técnica que utiliza terra úmida compactada em formas de madeira, criando paredes resistentes e duráveis. Pode ser reforçada com bambu para aumentar a resistência sísmica.

### 1.2.1 Materiais Necessários

- Terra argilosa
- Água
- Bambu ou madeira (para reforço estrutural)

### 1.2.2 Processo de Construção

1. **Preparação da Terra:** A terra é umedecida e misturada até atingir a consistência adequada.

2. **Moldagem:** A terra é compactada em formas de madeira, chamadas de taipais, que são removidas após a secagem.
3. **Reforço:** O bambu é utilizado para reforçar as paredes, distribuindo as tensões e evitando colapsos bruscos.

### 1.2.3 Vantagens

- Resistência sísmica
  - Sustentabilidade e baixo custo
  - Adaptação ao clima local
- 

## 2. Revestimentos Tradicionais

### 2.1 Revestimento com Argamassa de Barro

O revestimento com argamassa de barro é uma técnica tradicional que protege as paredes de adobe e taipa, além de proporcionar um acabamento estético.

#### 2.1.1 Materiais Necessários

- Terra peneirada
- Cal hidratada
- Fibras vegetais (opcional)

#### 2.1.2 Processo de Aplicação

1. **Chapisco:** Aplicação de uma camada inicial de ligação, composta por cal hidratada e areia grossa (proporção 1:3).
2. **Emboço:** Camada intermediária de regularização feita com terra peneirada, cal e fibras vegetais.
3. **Reboco:** Camada final de argamassa de cal e areia fina (1:2), alisada com desempenadeira de madeira.

### 2.1.3 Vantagens

- Permeabilidade ao vapor, evitando acúmulo de umidade
  - Compatibilidade com materiais tradicionais
  - Sustentabilidade e baixo impacto ambiental
- 

## 3. Pisos Tradicionais

### 3.1 Terra Batida

O piso de terra batida é uma técnica tradicional que utiliza terra compactada manualmente, proporcionando isolamento térmico e durabilidade.

#### 3.1.1 Materiais Necessários

- Terra argilosa
- Fibras vegetais (opcional)
- Cal (para aumentar a resistência)

#### 3.1.2 Processo de Construção

1. **Preparação da Terra:** A terra é umedecida e misturada com fibras vegetais ou cal.
2. **Compactação:** A mistura é compactada manualmente com pilões de madeira, criando uma superfície firme e nivelada.

#### 3.1.3 Vantagens

- Isolamento térmico natural
  - Baixo custo e sustentabilidade
  - Durabilidade comprovada em construções históricas
-

## 4. Pintura à Base de Cal

A pintura com cal é uma técnica tradicional que oferece durabilidade, permeabilidade ao vapor e proteção contra umidade.

### 4.1 Materiais Necessários

- Cal hidratada
- Água
- Pigmentos naturais (opcional)

### 4.2 Processo de Aplicação

1. **Preparação da Superfície:** A superfície deve estar limpa e seca.
2. **Mistura:** A cal é misturada com água na proporção de 1:3. Pigmentos podem ser adicionados para coloração.
3. **Aplicação:** A tinta de cal é aplicada em camadas, com intervalos de 12 a 24 horas entre cada demão.

### 4.3 Vantagens

- Proteção contra umidade e microrganismos
  - Conforto térmico
  - Sustentabilidade e baixo impacto ambiental
- 

## 5. Conservação e Restauração

### 5.1 Manutenção Periódica

- **Reboco:** Aplicação periódica de argamassa de barro ou cal para proteger as paredes.
- **Pintura:** Reaplicação de tinta de cal para proteger contra intempéries.

- **Reparos:** Remoção de partes deterioradas e aplicação de novas argamassas compatíveis com os materiais originais.

## 5.2 Diretrizes para Restauração

- **Compatibilidade de Materiais:** Utilização de materiais tradicionais, como terra crua e cal, para garantir a preservação da integridade estrutural e estética.
  - **Técnicas Tradicionais:** Respeito às técnicas construtivas originais, evitando o uso de materiais modernos incompatíveis, como cimento Portland.
-