



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**LARISSA BARBOSA TAVEIRA DO NASCIMENTO  
PEDRO IGOR TEIXEIRA CAMPOS**

**PÓ DE PEDRA CARIRI NA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DO BLOCO PRENSADO SUSTENTÁVEL**

**JUAZEIRO DO NORTE, CE**

**2026**

LARISSA BARBOSA TAVEIRA DO NASCIMENTO

PEDRO IGOR TEIXEIRA CAMPOS

**PÓ DE PEDRA CARIRI NA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DO BLOCO PRENSADO SUSTENTÁVEL**

Projeto de pesquisa em formato de artigo apresentado à Universidade Federal do Cariri, como requisito para ingresso no Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Materiais de Construção.

Orientador: Prof. Aerson Moreira Barreto.

JUAZEIRO DO NORTE, CE

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Cariri  
Sistema de Bibliotecas

---

N124p Nascimento, Larissa Barbosa Taveira do.

Pó de Pedra Cariri na aplicação da tecnologia do bloco prensado sustentável /  
Larissa Barbosa Taveira do Nascimento; Pedro Igor Teixeira Campos. – 2026.  
34 f. : il. color.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia, Curso  
de Engenharia Civil, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, CE, 2026.

Orientador: Prof. Dr. Aerson Moreira Barreto.

1. Engenharia civil. 2. Materiais de construção - Sustentabilidade. 3. Solo-cimento.  
4. Resíduos sólidos - Pedra Cariri. 5. Tijolo ecológico. I. Campos, Pedro Igor Teixeira.  
II. Barreto, Aerson Moreira (Orient.). III. Universidade Federal do Cariri. IV. Título.

CDD 624.183

---

Bibliotecário: João Bosco Dumont do Nascimento – CRB 3/1355



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

---

## ***“Pó de pedra Cariri na aplicação da tecnologia do bloco prensado sustentável”***

*Larissa Barbosa Taveira do Nascimento e*

*Pedro Igor Teixeira Campos*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Cariri, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil. Área de concentração: Engenharia Civil.

Aprovada em 06 de abril de 2026.

### Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** AERSON MOREIRA BARRETO  
Data: 06/04/2026 15:55:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Aerson Moreira Barreto  
Orientador(a)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** GABRIELA LINHARES LANDIM  
Data: 06/04/2026 21:28:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Msc. Gabriela Linhares Landim  
1º membro examinador

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** EDENIA NASCIMENTO BARROS  
Data: 07/04/2026 08:02:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Msc. Edenia Nascimento Barros  
2º membro examinador

Aos meus pais, Mara Rúbia Campos Teixeira e Elilucio Teixeira Félix (*in memorian*), que com seu amor e carinho me guiaram nessa jornada, sempre com palavras de apoio e incentivo. Ao meu irmão, Elilício Teixeira Félix Filho, que amo e me acompanha dia após dia nos momentos de dificuldade e de lazer.

## **AGRADECIMENTOS**

À nossas famílias, que continuam a nos apoiar.

Aos professores, que com suas palavras e ações inspiram seus alunos, mostrando aos discentes seu potencial, tornando a experiência universitária em um período de aprendizagem e de crescimento pessoal.

Aos colegas, que com sua presença sempre nos encorajam a seguir adiante, enfrentando os desafios da vida acadêmica e pessoal lado à lado.

Ao professor Aerson Barreto, por dedicar seu tempo e conhecimentos para a orientação deste trabalho.

À UFCA, por proporcionar os meios que tornaram este trabalho possível.

A ciência é mais que um corpo de conhecimento, é uma forma de pensar, uma forma cética de interrogar o universo, com pleno conhecimento da falibilidade humana.

Carl Sagan (1996)

## **RESUMO**

A indústria de extração na região do Cariri da chamada Pedra Cariri ou pedra de santana gera uma quantidade significativa de resíduos em seu processo produtivo denominado de “Resíduo de Serragem da Pedra Cariri” (RSPC). Esses resíduos trazem malefícios ao meio ambiente, devido a um processo rústico e rudimentar em sua exploração. Este estudo pretende demonstrar que tijolos de solo-cimento com pó de Pedra Cariri em sua composição, substituindo 10%, 20%, 30%, 40% a 50% do solo, providenciam uma forma de reutilizar esse material de maneira segura, sustentável e que beneficie a população. Para tal foram realizados os ensaios de resistência à compressão e de absorção de água conforme preconiza a norma ABNT NBR 9491/2013. Verificou-se que todos os casos alcançaram as exigências da referida norma, e que tijolos com 10% e 40% obtiveram os melhores resultados, somente um dos tijolos com 20% de substituição não alcançou o valor mínimo necessário, no entanto todas os demais resultados, tanto de resistência à compressão quanto absorção estivessem dentro do aceitável. Com esses dados, comprova-se que o rspc pode ser utilizado parcialmente na composição do material na fabricação de tijolos, indicando a sustentabilidade técnica e possível de aplicação para esse resíduo.

**Palavras-chave:** Pedra Cariri; resistência; solo-cimento; tijolo.



## **ABSTRACT**

The extraction industry in the Cariri region, particularly of Cariri stone (also known as Santana stone), generates a significant amount of waste during its production process, referred to as Cariri stone sawdust residue (CSSR). This waste poses environmental concerns due to the rudimentary methods employed in its extraction. This study aims to demonstrate the feasibility of incorporating CSSR into soil-cement bricks by partially replacing soil at proportions of 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%, providing a sustainable and safe reuse alternative that benefits the local population. Compressive strength and water absorption tests were conducted in accordance with ABNT NBR 9491/2013 standards. The results indicated that all samples met the required standards, with the 10% and 40% replacement levels showing the best performance. Only one sample with 20% replacement did not reach the minimum required strength; however, all other results were within acceptable limits for both compressive strength and water absorption. These findings confirm that CSSR can be partially incorporated into soil-cement brick production, demonstrating its technical feasibility and sustainable application potential.

**Keywords:** cariri stone; strength; soil-cement; brick.

## **LISTA DE SIGLAS**

**LAMAC — Laboratório de Materiais de Construção**

**RSPC — Resíduo de Serragem de Pedra Cariri**

**TSC — Tijolo solo-cimento**

**UFCA — Universidade Federal do Cariri**

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1 - Localização da região Crajubar</b>                                                                         | <b>14</b> |
| <b>Figura 2 - Amostra de 50g (esquerda) e 10g (direita).....</b>                                                         | <b>19</b> |
| <b>Figura 3 - Aparência dos tijolos com RSPC.....</b>                                                                    | <b>20</b> |
| <b>Figura 4 - Preparação dos tijolos como papel molhado para evitar a aderência do cimento à superfície da mesa.....</b> | <b>21</b> |
| <b>Figura 5 - Ensaio de resistência à compressão em prisma do tijolo solo-cimento.....</b>                               | <b>22</b> |
| <b>Figura 6 - Conjunto de três blocos em seu estado saturado, logo após suas pesagens.....</b>                           | <b>23</b> |
| <b>Figura 7 - Picos da Pedra Cariri e calcita sobrepostos.....</b>                                                       | <b>25</b> |
| <b>Figura 8 - Picos da Pedra Cariri e calcita sobrepostos.....</b>                                                       | <b>29</b> |

## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 1 - Porcentagem da composição química do RSPC</b>                                                          | <b>25</b> |
| <b>Tabela 2 - Resultados referentes à resistência de Compressão (MPa).....</b>                                       | <b>27</b> |
| <b>Tabela 3 - Resultados referentes à resistência de Compressão (MPa).....</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>Tabela 4 - Porcentagem de absorção de água dos tijolos com o percentual de substituição de solo por RSPC.....</b> | <b>29</b> |
| <b>Tabela 5 - Média dos resultados dos ensaios de resistência à compressão e absorção de água.....</b>               | <b>29</b> |

## SUMÁRIO

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                                        | <b>13</b> |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PRELIMINAR</b>                                                  | <b>14</b> |
| 2.1 Contextualização da pesquisa                                                           | 14        |
| 2.2 Pedra Cariri                                                                           | 14        |
| 2.3 Tijolo solo-cimento                                                                    | 15        |
| 2.4 Uso da Pedra Cariri como material de construção alternativo                            | 16        |
| <b>3 METODOLOGIA</b>                                                                       | <b>17</b> |
| 3.1 Equipamentos                                                                           | 17        |
| 3.2 Materiais                                                                              | 17        |
| 3.3 Caracterização dos materiais                                                           | 18        |
| 3.4 Ensaio de Fluorescência e Raios-X (FRX)                                                | 18        |
| 3.5 Ensaio de Difração de Raios-X (DRX)                                                    | 19        |
| 3.6 Confeção Dos Tijolos                                                                   | 19        |
| 3.7 Ensaios de Resistência à Compressão e de Absorção de Água                              | 20        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>                                                           | <b>24</b> |
| 4.1 Resultados dos ensaios de caracterização                                               | 24        |
| 4.2 Resultados dos ensaios de compressão                                                   | 25        |
| 4.3 Resultados dos ensaios de absorção de água                                             | 27        |
| 4.4 Comparações de resultados e relação da resistência à compressão (MPa) e a absorção (%) | 28        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                                              | <b>30</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O campo da engenharia civil está em constante desenvolvimento e expansão, com uma demanda crescente bem exigente. Como consequência, os diversos materiais de construção se encontram cada vez mais em uso. Dentre os mais requisitados estão os tijolos de cerâmica, um material muito utilizado em obras de diversos tipos, principalmente em alvenaria.

Este elemento tem um processo de produção que envolve a queima em fornos com combustível natural (madeira), por exemplo, necessitando grande controle que muitas vezes é desqualificado. Com isso há uma busca constante no sentido de encontrar meios sustentáveis de avançar a ciência da engenharia e torná-la mais acessível à população. Um resultado negativo deriva da grande geração de resíduos, como o RCD (Resíduo de Construção e Demolição), popularmente conhecido como entulho, que sem o devido destino acaba sendo descartado em locais inadequados.

Na região do Cariri cearense existe uma exploração mineral da chamada Pedra Cariri ou Pedra de Santana que tem como produto final placas para uso em revestimentos e pavimentos. Essa atividade existe a cerca de 30 anos e se expande continuamente, e devido seu processo produtivo ser rudimentar, é responsável por grandes quantidades de resíduos que se amontoam em volta das empresas exploradoras.

Uma alternativa levantada no uso de tijolos de terra prensado, feitos com uma mistura de solo local com certo percentual de cimento em sua composição, que pode substituir sua contraparte de cerâmica de forma mais sustentável e de mais fácil alcance à comunidade. Mas não só isso, o tijolo também pode apresentar uma solução para o material de descarte mencionado anteriormente, implementando-os na sua produção.

O objetivo deste trabalho é apresentar a análise de viabilidade técnica de tijolos de solo-cimento (TSC) produzidos com substituição parcial do solo por Resíduo de Serragem de Pedra Cariri (RSPC), a partir dos limites de Resistência à Compressão e Absorção preconizados pela norma brasileira (ABNT NBR 8491/2012) para este artefato de construção

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PRELIMINAR

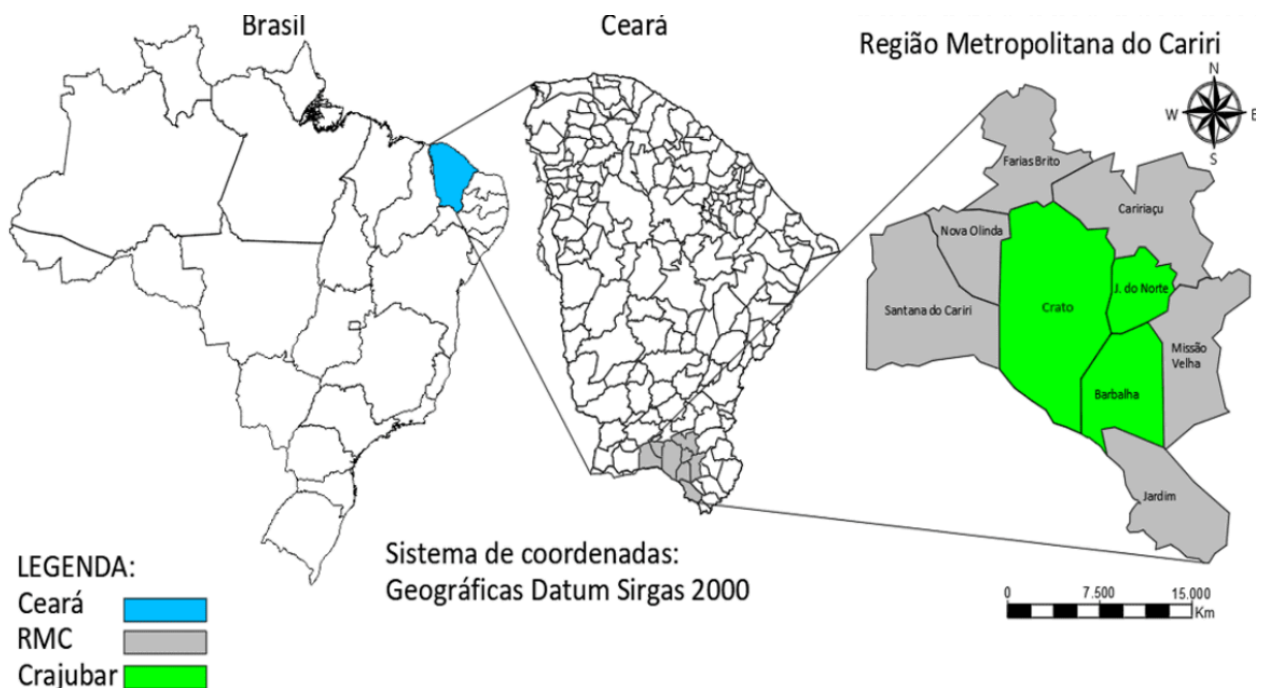
### 2.1 Contextualização da pesquisa

Em 2009 uma lei complementar com o objetivo de contribuir no desenvolvimento da região e o crescimento do CRAJUBAR (Crato, Juazeiro e Barbalha), e de outros seis municípios da região: Santana do Cariri, Nova Olinda, Caririaçu, Farias Brito, Missão Velha e Jardim, instituiu a região Metropolitana do Cariri (Neto; Teixeira, 2012).

A criação da Região Metropolitana do Cariri esteve associada à articulação de ações estratégicas voltadas ao crescimento regional, à integração territorial e à ampliação de investimentos em setores como infraestrutura, transporte, saúde, turismo e atividades produtivas (Neto; Teixeira, 2012).

O conglomerado urbano do Cariri está às margens da serra do Araripe fazendo divisa com o estado de Pernambuco, tendo grande importância social e econômica no estado do Ceará. O fato de existir uma mistura de três biomas distintos, o cerrado, a mata atlântica e a caatinga, é uma peculiaridade desta região (Cardoso et al., 2020).

**Figura 1. Localização da região Crajubar.**



Fonte: Adaptação Barros e Luna (2024).

### 2.2 Pedra Cariri

A Formação Cariri (também chamada de Formação Mauriti) consiste na seção basal da bacia do Araripe sendo limitada no topo pela Formação Brejo Santo. Esta formação geológica tem espessura variando de 20 a 60 metros sendo composta por arenitos de coloração branca-amarelada e acinzentados, litificados e conglomeráticos podendo apresentar fragmentos líticos. (Fambrini et al., 2020)

A Pedra Cariri é caracterizada como um calcário laminado, de cor bege ou amarelo-branco, que é utilizada na construção civil como piso e revestimento por conta de sua durabilidade e beleza, e é encontrada em abundância na bacia do Araripe. (Matos et al., 2025).

As mais importantes jazidas de extração da Pedra Cariri do estado do Ceará estão situadas nos municípios de Santana do Cariri e de Nova Olinda, localizados na Chapada do Araripe, com uma produção média anual aproximada de 4.811m<sup>3</sup> por empresa. (Moraes et al., 2020).

A lavra, como é chamado o processo de extração, é realizada de maneira seletiva a céu aberto, acrescentando ainda que em uma grande parte é conduzida de forma manual sem nenhuma mecanização, levando ao desperdício (Moraes et al., 2020). O volume de material bruto perdido chega a 70% (Costa et al., 2025). Uma estimativa de 2,9 milhões de toneladas de rejeitos acumulados na forma de entulho, que ficam descartados em amontoados como uma espécie de montes. (Bezerra et al., 2022).

## **2.3 Tijolo solo-cimento**

O uso do solo como material de construção confunde-se com a história da própria humanidade, tendo surgido da necessidade de abrigos e da disponibilidade deste recurso. Em diversos contextos, a terra crua tornou-se a principal solução construtiva, suprimindo as carências de outros materiais e adaptando-se às condições climáticas. (Giraldelli et al., 2020)

O tijolo de solo-cimento também é chamado de sustentável, isso se dá pelo fato de sua produção não utilizar a queima de combustíveis e madeira, assim evitando a liberação de gases poluentes. Com isso, o tijolo de solo-cimento se mostra uma alternativa mais eficiente no que diz respeito a minimização dos malefícios da construção no meio ambiente. (Cangussu, 2024)

O tijolo sustentável possui outros benefícios quando comparado à sua contraparte de cerâmica, apresentando benefícios financeiros, resultado da economia de materiais, sendo uma ótima alternativa para projetos de cunho social, priorizando a agilidade de construção



para moradias de famílias com maior vulnerabilidade social. Podendo ainda ter um menor impacto no ambiente, uma vez que sua matéria prima, o solo, é abundante e em alguns casos até mesmo uma mistura de solo e resíduos da construção civil podem ser utilizados, (Weber et al., 2017).

Euphrosino (2022) demonstra a capacidade de produção de tijolos de qualidade que atendem aos requisitos das normas brasileiras através de prensas manuais, ao mesmo tempo que também utiliza material reciclado em sua composição. Dantas e Cardoso (2024) afirmaram que tijolos sustentáveis apresentam uma resistência muitas vezes superior aos blocos de cerâmica convencionais. Para esses autores, o tijolo de solo-cimento economicamente também se sai melhor, devido a não utilização de argamassa de assentamento na sua aplicação, material esse que gera muito desperdício nas obras.

Segundo Santos (2023), o tijolo sustentável é uma ótima alternativa que minimiza os efeitos negativos sobre o ecossistema, reduz custos e providencia uma construção mais rápida, limpa e com isolamentos térmico e acústico superior quando comparados aos tijolos mais convencionais de cerâmica.

## **2.4 Uso da Pedra Cariri como material de construção alternativo**

A Pedra Cariri já demonstrou sua utilidade como um material de substituição em outros componentes da construção civil. Oliveira (2016) demonstra o possível uso do resíduo da pedra como um elemento de substituição do solo nas camadas de sub-base de pavimentos assim como nas camadas de base de rodovias que apresentam um baixo volume de tráfego.

Silva (2019) afirma que o RSPC é um material viável na confecção de argamassas, onde a substituição do agregado (areia) pelo Pó de Pedra resultou em uma melhora significativa nas propriedades das argamassas endurecidas quando comparadas com a de referência, incluindo as resistências à compressão e à tração na flexão, além de reduzir danos ambientais, destinando esses resíduos à indústria da construção. No estado fresco, as argamassas com RSPC apresentam menor teor de ar incorporado e maior plasticidade, facilitando sua aplicação (Rios, 2017).

Na fabricação de concretos autoadensáveis, o uso de RSPC se mostra benéfico, uma vez que concreto com substituição parcial da areia natural pelo RSPC apresentou valores de resistência à compressão superiores aos do concreto de referência, atendendo também todos os critérios normativos brasileiros (Miranda et al., 2018).

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho se caracteriza como pesquisa experimental. Conforme Gil (2017) a pesquisa experimental os autores da pesquisa realizam uma manipulação de variáveis independentes para se encontrar um efeito da aplicação das mesmas. Neste estudo as variáveis são a composição dos materiais do tijolo solo-cimento e percentuais de RSPC, para obtenção de resultados relacionados à resistência e absorção dos tijolos.

#### **3.1 Equipamentos**

Todos os equipamentos utilizados no decorrer deste estudo foram fornecidos pelo Laboratório de Materiais de Construção (LAMAC), pelo Laboratório de Mecânica de Solos, pelo Laboratório de Materiais Cerâmicos e pelo Laboratório de Pavimentação do campus de Juazeiro do Norte da Universidade Federal do Cariri (UFCA). Entre esses equipamentos estão uma prensa manual de um molde para confecção de tijolos de solo cimento, estufa para secagem dos tijolos e uma prensa hidráulica de acionamento manual com indicador digital para ensaios de resistência à compressão.

#### **3.2 Materiais**

O solo usado foi extraído da Região do Cariri, com aspecto avermelhado oriundo da Formação Exu: Solo de textura predominantemente arenosa a areno-argilosa, com presença de óxidos de ferro responsáveis pela coloração avermelhada. Esse solo foi coletado em local abundante no campus da UFCA (Juazeiro do Norte/CE), caracterizado no laboratório mecânica dos Solos, obtendo-se: limite de liquidez (22%), limite de plasticidade (17%) e o índice de plasticidade (5%). O peneiramento do solo foi feito na peneira de abertura de 4,75 mm, a modo de utilizar apenas o material passante, conforme preconiza a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10833 (2012).

O aglomerante escolhido foi o cimento CP V ARI, devido à sua característica de atingir elevados níveis de resistência nos primeiros dias de cura, em relação aos outros tipos de cimento. Após poucos dias de aplicação se mostrou bastante vantajosa para a execução dos ensaios de resistência à compressão.

O Resíduo de Serragem de Pedra Cariri (RSPC) foi coletado em uma empresa exploração da Pedra Cariri no município de Nova Olinda/CE e levado para o campus da UFCA (Juazeiro do Norte/CE) e foi inicialmente separado por meio de peneiramento nas peneiras de aberturas 4,75 mm até a de 150  $\mu$ m, o material passante na malha mais fina foi o pó utilizado. Para obtenção do resíduo na granulometria adequada o material foi triturado em um moinho de martelo até que o tamanho dos grãos fosse inferior a 150  $\mu$ m.

Sobre o volume de material, calculou-se, inicialmente, a quantidade de material necessário, considerando: uma proporção de referência de 1:10:1 (1 de cimento, para 10 de solo, para 1 de água); uma massa média de 2,5 kg por tijolo. Para cada proporção a ser produzida na pesquisa, foram confeccionados 20 tijolos, com 50 kg de material, e foram escolhidos 10 aleatoriamente, conforme a ABNT NBR 10833 (2012).

### **3.3 Caracterização dos materiais**

Para melhor compreensão do comportamento do RSPC na construção do tijolo foram feitos dois ensaios com a intenção de analisar a composição mineralógica e química do pó, os testes de fluorescência e difração de raios-X.

### **3.4 Ensaio de Fluorescência e Raios-X (FRX)**

Uma porção de 50 gramas de RSPC, passante na peneira de malha 0,075 mm (#200) foi separada e enviada para o Laboratório de Caracterização de Materiais da UFCA, desse material foram colocados 10 gramas no recipiente de amostra para pó solto (Figura 1) que logo após foi devidamente selado e posicionado no equipamento para análise. A amostra foi submetida ao ensaio de Fluorescência de Raios X (FLX), e os resultados foram obtidos após um período de aproximadamente trinta minutos foram coletados os dados fornecidos pelo programa.

**Figura 2 – Amostra de 50g (esquerda) e 10g (direita)**



Fonte: Autores (2025)

### **3.5 Ensaio de Difração de Raios-X (DRX)**

Como o ensaio de FRX não é danoso ao material, a mesma amostra foi utilizada no ensaio de DRX. Neste ensaio, uma parte do equipamento lança os raios-X sobre o pó, no outro lado há um detector que mede a intensidade dos raios refletidos em relação ao seu ângulo, gerando um espectrômetro que será mostrado como resultado desse ensaio posteriormente.

### **3.6 Confecção Dos Tijolos**

Com todos os componentes prontos, as misturas secas foram realizadas mecanicamente em uma betoneira, conforme a ABNT NBR 10833 na sequência: primeiro os tijolos de referência (Sem RSPC), e as demais misturas com os percentuais de 10%, 20%, 30%, 40% e 50% de substituição da parte de solo por RSPC. Ao atingir a homogeneidade na mistura, foi retirada da betoneira e posta sobre um recipiente metálico onde houve a introdução gradual de água, 0,5 litros foram adicionados por vez até atingir o nível de umidade adequado à prensagem, contabilizando 5,5L de água. Depois foi feita a confecção dos 20 tijolos na máquina de prensa manual do laboratório de materiais de construção.

Durante este processo foram verificadas as umidades do RSPC a ser trabalhado na mistura e realizada a regulagem da quantidade de água no sentido de se obter uma mistura

final adequada para confecção dos tijolos, em cada proporção indicada. O restante do procedimento não divergiu do que já foi descrito na produção da primeira leva de tijolos, necessários para atingir a consistência ótima, situação que já era esperada por conta da umidade percebida no material.

A prensa utilizada produz tijolos com as dimensões dos de 25cm de comprimento, 12,5cm de largura e 6,5cm de altura. A figura 3 mostra a aparência padrão de um tijolo de solo cimento com uso de RSPC feito na prensa manual.

**Figura 3 – Aparência dos tijolos com RSPC**



Fonte: Autores (2025)

Cada lote de 20 tijolos, separados de acordo com as proporções de RSPC, foram cuidadosamente postos sobre uma superfície segura onde poderia passar os sete dias de cura ininterruptos e sendo umedecidos quando necessário. Ao final desse período foram separados de forma aleatória sete tijolos para o ensaio de resistência à compressão e outros três para o ensaio de absorção de água.

### **3.7 Ensaios de Resistência à Compressão e de Absorção de Água**

Ambos os ensaios descritos a seguir foram realizados nos cinco tipos de tijolos estudados, ou seja, com os percentuais de substituição de solo por RSPC mencionadas no item anterior, seguindo os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 8492 (2012), assim minimizando qualquer variável que leve a resultados não condizentes com a realidade.

A preparação para o ensaio de compressão exige, conforme a norma previamente

mencionada, o capeamento dos tijolos. Como o tijolo sustentável absorve a água de maneira muito rápida pela sua superfície, as faces que receberam a pasta de cimento foram previamente molhadas para evitar o endurecimento precoce da mesma. Com o uso do nível de bolha cada corpo de prova foi devidamente ajustado de modo que não apresentasse inclinações entre as faces na longitudinal, transversal e na diagonal.

Após passadas 24 horas o procedimento foi repetido na parte superior para assim planificar as faces que entram em contato com a prensa, a figura 4 mostra um corpo de prova no durante esse processo.

**Figura 4 – Preparação dos tijolos como papel molhado para evitar a aderência do cimento à superfície da mesa**



Fonte: Autores (2025)

Três dias após o início do capeamento, os sete corpos de prova, de cada tipo de percentual de substituição do solo pelo RSPC, foram colocados submersos nos tanques de água até atingirem o nível de saturação máxima no período de 6 horas. Após isso, foram então retirados da água e tiveram sua superfície levemente enxuta para enfim serem postos na prensa hidráulica, onde uma quantidade crescente de força foi aplicada nos corpos de prova até o ponto de rompimento, no qual foi tomada a medida de força que cada tijolo suportou. Na figura 5 mostra rachaduras formadas no corpo de prova durante o ensaio de resistência à compressão, indicando seu rompimento.

**Figura 5 – Ensaio de resistência à compressão em prisma do tijolo solo-cimento**



Fonte: Autores (2025)

Para o cálculo da tensão suportada, fez-se uso da equação 1 onde se toma o valor da força aplicada sobre o corpo de prova no momento de sua ruptura (F) dividida pela área que recebeu a força (A), no caso a superfície capeada no tijolo, conforme a ABNT NBR 8492 (2012).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad 1$$

**Equação 1**

Em que:

$\sigma$  – Resistência à compressão (MPa – MegaPascal)

F – Força aplicada pela prensa (N – Newton)

A – Área de aplicação da força F (mm<sup>2</sup> - milímetro quadrado)

Uma vez que a leitura de força da prensa hidráulica foi dada em tonelada-força (tf), para obter um resultado em uma unidade de medida mais conveniente para a finalidade de comparar os valores de força foram transformados para Newtons e os da área dos corpos de



prova para mm<sup>2</sup>, assim como descreve a ABNT NBR 8492 (2012). A área adota para o cálculo foi de 15625 mm<sup>2</sup>, sendo este valor aplicado em todos os tijolos para o cálculo da resistência à compressão.

Os outros conjuntos de três tijolos foram separados para o ensaio de absorção de água, estes procederam para a estufa (105°C) por 24 horas até que fosse retirada toda a água presente nos mesmos, ao serem retirados da estufa suas massas foram medidas (M1) e, depois de esfriarem, colocados submersos em água no tanque por outro período de 24 horas. A Figura 6 mostra três blocos após a imersão de 24 horas no tanque e em seu estado saturado.

**Figura 6 – Conjunto de três blocos em seu estado saturado, logo após suas pesagens**



Fonte: Autores (2025)

Assim obteve-se a massa dos tijolos saturados (M2) e sua massa seca, que por meio da equação 2, pode-se obter a absorção de água (A).

$$A = \left( \frac{M2 - M1}{M1} \right) * 100 \quad 1$$

**Equação 2**

Em que:

M1 – Massa do tijolo seco (Kg – quilogramas)

M2 – Massa do tijolo saturado (Kg – quilogramas)

A – Absorção de água pelo tijolo (Percentual)



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Resultados dos ensaios de caracterização

Após a coleta dos dados fornecidos pelo programa no ensaio de FRX, foi construída a tabela 1 contendo a porcentagem da composição química do pó. A perda por ignição (PPI) se refere a massa perdida após o aquecimento da amostra a altas temperaturas (1500°C).

**Tabela 1 – Porcentagem da composição química do RSPC.**

| Amostra | Na <sub>2</sub> O | MgO   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CaO    | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | PPI  | Total |
|---------|-------------------|-------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|--------|--------------------------------|------|-------|
| RSPC    | 1,638             | 7,245 | 1,296                          | 1,694            | 0,157                         | 43,012 | 0,558                          | 44,4 | 100   |

Fonte: Autores (2025)

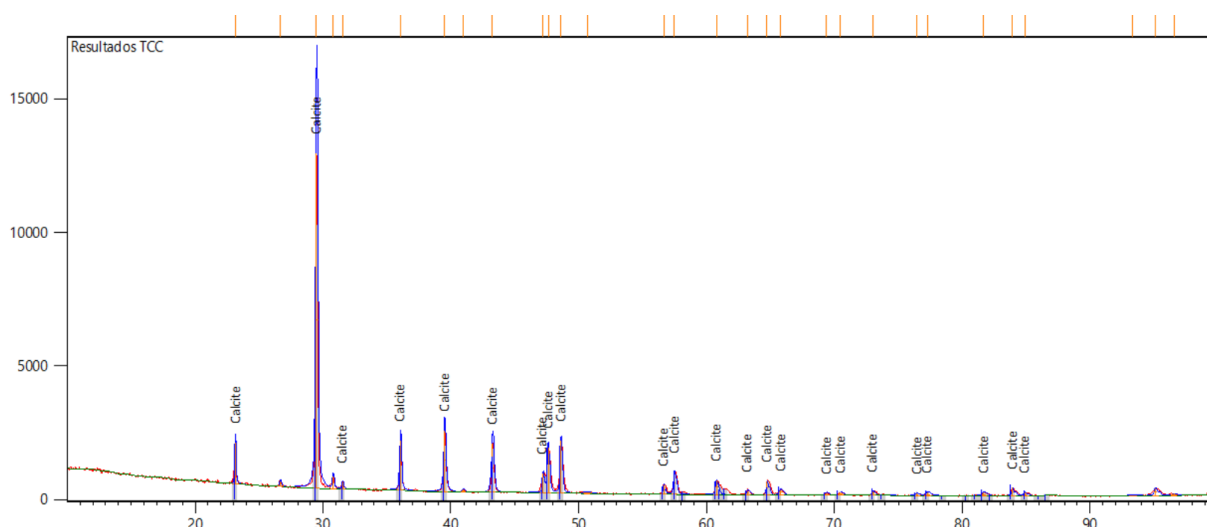
Nota-se uma composição química dominada por óxidos de cálcio, com teor de CaO igual a 43,01%, indicando elevada concentração de carbonato de cálcio no material. O valor do PPI (44,4%) é compatível com o comportamento teórico do CaCO<sub>3</sub>, no qual aproximadamente 44% de sua massa corresponde ao CO<sub>2</sub>, confirmando a natureza predominantemente carbonática da Pedra Cariri.

A presença de MgO (7,25%) sugere possível substituição isomórfica do cálcio por magnésio na estrutura da calcita ou a ocorrência de pequenas quantidades de fases carbonáticas magnesianas, ainda que não detectadas pelo DRX, possivelmente devido à baixa cristalinidade ou teor reduzido dessas fases.

Os baixos teores de SiO<sub>2</sub> (1,69%) e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,30%) indicam a presença limitada de minerais silicáticos ou argilosos, comuns como impurezas naturais em rochas sedimentares carbonáticas. Da mesma forma, o teor reduzido de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,56%) aponta para pequena contribuição de minerais portadores de ferro, o que é compatível com a coloração clara típica da Pedra Cariri. O conteúdo de Na<sub>2</sub>O (1,64%) e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,16%) é baixo e pode estar associado a traços de minerais que afetaram a rocha ao longo de sua formação geológica.

A análise do ensaio de difração do pó da Pedra Cariri ou Pedra de Santana, quando comparado com o banco de dados COD database de 2014, que contém mais 290.000 referências de padrões calculados, percebeu-se uma forte similaridade com a calcita. A semelhança entre os picos dos dois materiais na figura 7 abaixo.

**Figura 7 – Picos da Pedra Cariri e calcita sobrepostos.**



Fonte: Autores (2025)

O difratograma de raios X, evidencia a predominância da fase cristalina calcita ( $\text{CaCO}_3$ ). O pico mais intenso observado em  $2\theta \approx 29,4^\circ$ , é característico dessa fase mineral e os demais picos presentes no difratograma também estão em concordância com os padrões cristalográficos da calcita, indicando elevado grau de cristalinidade do material. Não foram identificadas fases secundárias ou contribuições amorfas significativas, sugerindo que a rocha é composta majoritariamente por carbonato de cálcio na forma cristalina.

Os resultados da Difração de Raios X (DRX) confirmaram a presença de fases cristalinas características, como calcita, quartzo e possivelmente dolomita, indicando que o Pó de Pedra Cariri é majoritariamente um material não reativo do ponto de vista pozolânico. No entanto, sua granulometria fina pode favorecer o empacotamento das partículas na matriz solo-cimento, influenciando a densificação do material e o desempenho mecânico dos tijolos.

## 4.2 Resultados dos ensaios de compressão

Inicialmente foram ensaiados o conjunto de 7 tijolos, conforme a ABNT NBR 8492 (2012), e obtidas as resistências à compressão individual por bloco, para mostrar a disparidade entre os valores.

A partir desses resultados, alguns fatores foram considerados para analisar os dados obtidos desse conjunto: A média entre as resistências à compressão do conjunto de blocos, os desvios padrão (DP), e a quantidade de itens inseridos no intervalo da média  $\pm 1$  DP. Para análise desses resultados, também foram consideradas as amplitudes entre os maiores e

menores valores atingidos para se ter ideia de quanto os resultados foram mais concentrados, ou seja, o RSPC pode ter contribuído para se obter um tijolo com menor quantidade de vazios ou maior coesão em sua composição.

A tabela 2 mostra esses resultados individuais dos blocos aleatórios (B1, B2, B3, B4, B5, B6 E B7) e as médias respectivas, considerando cada conjunto dos tijolos com 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50% da substituição parcial do solo por RSPC, objeto da pesquisa, denominados respectivamente de REF, com 0% de substituição, ou seja, sem RSPC, RSPC10, RSPC20, RSPC30, RSPC40 E RSPC50.

**Tabela 2 – Resultados referentes à resistência de Compressão (MPa).**

| Numeração aleatória dos tijolos | Tipo de tijolo de acordo com percentual de substituição com RSPC |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                 | REF                                                              | RSPC10 | RSPC20 | RSPC30 | RSPC40 | RSPC50 |
| B1                              | 1,85                                                             | 2,45   | 1,73   | 2,15   | 2,22   | 2,19   |
| B2                              | 1,84                                                             | 2,06   | 2,65   | 2,11   | 2,35   | 2,06   |
| B3                              | 2,43                                                             | 1,79   | 2,13   | 2,12   | 1,86   | 1,85   |
| B4                              | 1,82                                                             | 2,2    | 1,58   | 2,05   | 2,00   | 1,81   |
| B5                              | 1,98                                                             | 2,62   | 1,93   | 2,18   | 1,99   | 2,00   |
| B6                              | 2,44                                                             | 2,16   | 2,13   | 1,93   | 2,44   | 2,00   |
| B7                              | 2,07                                                             | 2,62   | 1,87   | 1,88   | 2,08   | 2,18   |
| Média                           | 2,07                                                             | 2,28   | 2,01   | 2,06   | 2,14   | 2,02   |

Fonte: Autores (2025)

Observa-se que em todos os resultados individuais a resistência à compressão atinge valores acima de 1,7 Mpa, que é o valor indicado pela ABNT NBR 8491/2012 para os blocos individualmente, e que a média, em todos os casos, atinge valores acima da média indicada por essa mesma norma (2,0 Mpa), tendo o melhor desempenho (2,28MPa) com 10% de substituição do solo por RSPC, ou seja 14% acima do valor necessário para atingir o que a referida norma preconiza, e que ocorre uma tendência de redução ao aumentar o teor de RSPC, pois com 50% de substituição o valor é somente 1% acima deste valor exigido.

Entretanto, no traço com substituição de 10%, o tijolo B3 apresentou um valor bem abaixo dos outros em seu lote, a relativamente baixa resistência de 1,79 MPa pode ser derivada de uma falha em sua confecção, explicando seu desempenho inferior.

A tabela 3, mostra os desvios padrão e a amplitude (%) entre os valores máximo e mínimo em relação à respectiva média, e o percentual atingido por cada média em relação ao valor exigido pela ABNT NBR 8491/2012, alcançados na resistência à compressão.

**Tabela 3 – Resultados referentes à resistência de Compressão (MPa).**

| Numeração aleatória dos tijolos | Tipo de tijolo de acordo com percentual de substituição com RSPC |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                 | REF                                                              | RSPC10 | RSPC20 | RSPC30 | RSPC40 | RSPC50 |
| Desvio padrão                   | 12,6%                                                            | 12,7%  | 16,4%  | 5,3%   | 9,3%   | 6,9%   |
| Amplitude                       | 30%                                                              | 36%    | 53%    | 15%    | 27%    | 19%    |
| % Média acima da ABNT NBR 8491  | 3,50%                                                            | 14,00% | 0,50%  | 3,00%  | 7,00%  | 1,00%  |

Fonte: Autores (2025)

O tijolo RSPC30 apresentou, em relação sua respectiva média, menor desvio padrão (5,3%) e conseqüentemente menor amplitude de resultados, indicando resultados de melhor proximidade, e o tijolo RSPC20 de maior de desvio padrão (16,4%) e maior amplitude de resistências obtidas nos ensaios.

Considerando o que preconiza a ABNT NBR 8491/2012, cujo valor da resistência à compressão a ser atingido é de 2MPa, a última linha da tabela 2 mostra o quanto os resultados, a média de cada caso supera esse valor de referência. Verifica-se que o tijolo RSPC10 atinge valores com média bem acima do exigido, ou seja, 14%, podendo também indicar a contribuição da compactação neste nível de presença do RSPC, mesmo que nesse caso se tenha uma maior variação de resultados.

O experimento já parte de um valor de resistência à compressão acima do valor indicado pela NBR 8491/2012, denotando a qualidade do solo utilizado e da operacionalização do mesmo, ou ainda uma redução de vazios tornando tijolo com mais coesão, provocando melhor desempenho.

### 4.3 Resultados dos ensaios de absorção de água

O padrão de porcentagem aceitável para este ensaio também é dado pela ABNT NBR 8491/2012, que estabelece que a média dos valores de absorção deve ser igual ou inferior a 20% e nenhum valor individual deve ser superior a 22%.

Após os ensaios de absorção, obteve-se os resultados apresentados na tabela 4. Neste caso estão sendo mostrados os valores individuais, a média, o desvio padrão (DP), o intervalo da média  $\pm 1$  DP, também foram consideradas as amplitudes em cada percentual de substituição do solo por RSPC, entre o maior e menor valor.

**Tabela 4 – Porcentagem de absorção de água dos tijolos com o percentual de substituição de solo por RSPC.**

| Numeração aleatória dos tijolos | Tipo de tijolo de acordo com percentual de substituição com RSPC |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                 | REF                                                              | RSPC10 | RSPC20 | RSPC30 | RSPC40 | RSPC50 |
| B8                              | 16,51                                                            | 14,35  | 14,71  | 18,27  | 18,22  | 19,03  |
| B9                              | 16,63                                                            | 14,91  | 14,76  | 18,14  | 18,49  | 20,08  |
| B10                             | 16,48                                                            | 14,56  | 14,84  | 16,78  | 18,93  | 20,54  |
| Média                           | 16,54                                                            | 14,61  | 14,77  | 17,73  | 18,55  | 19,89  |

Fonte: Autores (2025)

Observa-se que em todos os casos, a média fica abaixo de 20% de absorção, e os valores individuais abaixo de 22%, que são os valores de absorção de água exigidos pela ABNT NBR 8491/2012. Entretanto, ocorreu um crescimento, pois o tijolo RSPC10 resultou em um valor de 14,35% e o tijolo RSPC50 de 19,03%, ou seja, a presença do RSPC acarreta aumento na absorção de água. No entanto, o solo da região coletada contribui para o atendimento às exigências da norma. Um aumento de 14,61% (RSPC10) para 19,89% (RSPC50) representa um acréscimo de 36,1% na absorção.

#### **4.4 Comparações de resultados e relação da resistência à compressão (MPa) e a absorção (%)**

Para análise dos dados finais de resistência à compressão e absorção em relação aos tipos de tijolo, de acordo com as substituições de solo pro RSPC, tem-se o que apresenta a tabela 5.

**Tabela 5 – Média dos resultados dos ensaios de resistência à compressão e absorção de água.**

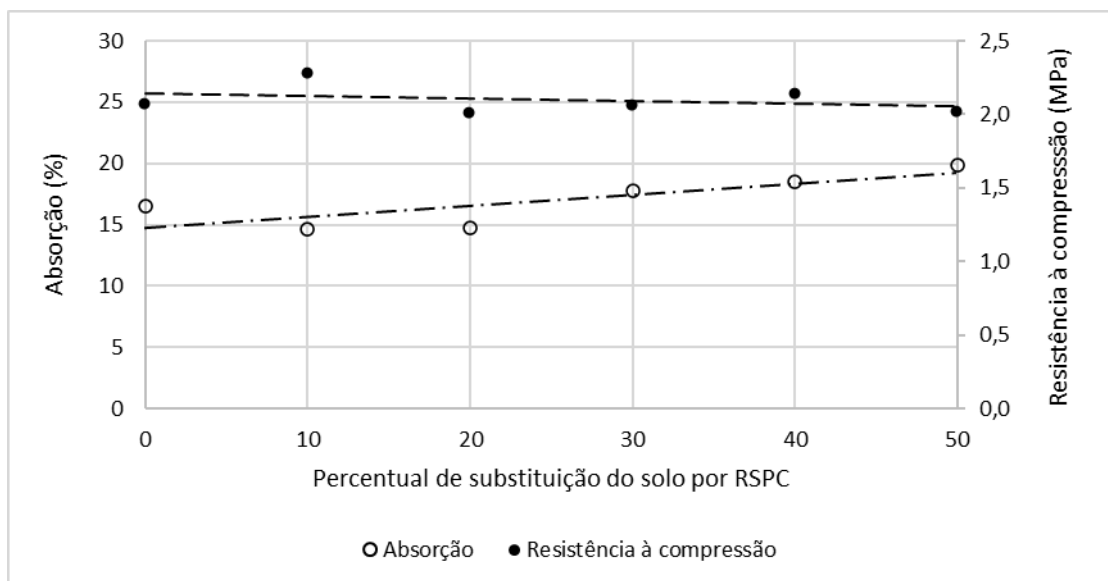
| Numeração aleatória dos tijolos | Tipo de tijolo de acordo com percentual de substituição com RSPC |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                 | REF                                                              | RSPC10 | RSPC20 | RSPC30 | RSPC40 | RSPC50 |
| Resistência à compressão        | 2,07                                                             | 2,28   | 2,01   | 2,06   | 2,14   | 2,02   |
| Absorção de água                | 16,54                                                            | 14,61  | 14,77  | 17,73  | 18,55  | 19,89  |

Fonte: Autores (2025)

Observando-se os dados da tabela 4, a resistência à compressão se mantém em um patamar acima de 2 MPa e a absorção aumentada em gradiente suave, mas ainda abaixo de 20%. Correlacionando a evolução da resistência à compressão e a absorção, de acordo com os percentuais de substituição do solo por RSPC, há uma indicação que o teor ótimo está em

torno de 10% podendo chegar a 20% sem perdas significativas, ou seja, nesta faixa há uma melhoria dessas propriedades. Apesar dos teores acima de 20% terem valores maiores para absorção, a resistência se mantém aceitável. O gráfico da figura mostra a evolução da resistência à compressão e da absorção, simultaneamente, com o aumento do percentual da substituição do solo pelo RSPC, desde zero (REF) até 50% (RSPC50).

**Figura 8 – Picos da Pedra Cariri e calcita sobrepostos.**



Fonte: Autores (2025)

Observa-se que o gradiente de redução da resistência à compressão é extremamente pequeno, visto que a redução do valor do tijolo sem RSPC para 50% de RSPC foi de 2%, enquanto o gradiente de absorção foi maior com aumento de 20,25%. Esse fenômeno pode estar relacionado à maior presença de material não reativo (RSPC), devido a não formação de ligação entre as partículas da mistura.

A presença do RSPC na composição, até 50% de substituição do solo, do tijolo solo-cimento provoca uma variação aceitável tanto na resistência à compressão como na absorção de água, ou seja, não ocorre prejuízos indesejáveis. Assim, pode-se dizer que o trabalho indica melhorias quanto ao conceito de destinação do resíduo de Pedra Cariri, demonstrando sua capacidade proveitosa de reutilizar esse resíduo, utilizando-se um solo avermelhado presente na região do Cariri cearense.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora as análises iniciais sobre a natureza química do resíduo tenham mostrado uma forte semelhança com a calcita, que apresenta uma baixa resistência, e a alta presença de óxido de cálcio em sua composição, os ensaios de resistência provam que mesmo com as substituições de até 50% é possível alcançar, ou mesmo superar, os valores de tijolos fabricados apenas com solo, como no caso das amostras RSPC10.

Este padrão de qualidade se repete para a absorção de água, onde todas as amostras se encontram nos conformes das normas brasileiras, mesmo com o notável aumento de absorção conforme o acréscimo do Pó de Pedra.

Tomando como base os dados apontados, o emprego do Resíduo de Pó de Pedra Cariri na fabricação de tijolos de solo cimento é uma forma excelente e adequada de fazer uso de um produto que, sem um destino adequado, se torna apenas entulho danoso ao meio ambiente.

Este trabalho mostra que é possível confeccionar tijolos normalizados com o RSPC e deixa a indicação de estudos com outros resíduos de mineração, sugerindo o aprofundamento com maiores teores de RSPC até chegar à substituição total do solo, para se ter uma ideia da evolução total das variáveis utilizadas, resistência à compressão e absorção, que são fundamentais para o desempenho de tijolos para alvenaria.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. A. (2008). **A moderna construção sustentável**. IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da habitação ecológica.

Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10833: **Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica – Procedimento**. (2012).

Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 8491: **Tijolo de solo-cimento – Requisitos**. (2012).

Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 8492: **Tijolo de solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Métodos de ensaio**. (2012).

BARROS, A. S. LUNA, R. P. Análise do uso da metodologia Building Informations Modeling (BIM) nas prefeituras do Triângulo Crajubar/CE. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 2, p. 118-132. Janeiro de 2024. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/building-informations-modeling>. Acesso em: 29 nov. 2025.

Bezerra, A. K. L., Silva, L. A., Araújo, L. B. R., & Cabral, A. E. B. (2022). Produção e caracterização de pedra artificial para revestimento com resíduo calcário laminado em matriz polimérica. **Ambiente Construído**, 22(4), 23–33.

BEZERRA, W. B. A.; COSTA, A. G. S.; OLIVEIRA, T. M. B. F.; SILVA, D. B.; SILVA, M. L. Development of porous refractory calcium hexaluminate (CA6) ceramic material from limestone waste. **Materials Research**, mai. 2025.

CANGUSSU, Yan Bento. **Tijolo ecológico: sustentabilidade e eficiência na construção civil**. Presidente Prudente: Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente, 2024.

CARDOSO, A. N. et al. Extrativismo da macaúba na região do Cariri Cearense: comercialização e oportunidades. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, p. 25261-25279, 2020. ISSN 2525-8761. DOI:10.34117/bjdv6n5-108. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1122560/1/macauba-cariri-publicado-.pdf>. Acesso em: 19 out. 2024.

CARNEIRO, I. S.; GONÇALVES, J. S.; MIRANDA, P. S. T.; SOUZA, L. T. 2018. **Utilização de pó de Pedra Cariri em concreto autoadensável**. Construção 2018, nov. 2018. Disponível em:



[https://www.researchgate.net/publication/341384507\\_UTILIZACAO\\_DE\\_PO\\_DE\\_PEDRA\\_CARIRI\\_EM\\_CONCRETO\\_AUTOADENSAVEL](https://www.researchgate.net/publication/341384507_UTILIZACAO_DE_PO_DE_PEDRA_CARIRI_EM_CONCRETO_AUTOADENSAVEL)

DANTAS, André Anderson Ferreira; CARDOSO, Victor. **Viabilidade do uso de tijolos sustentáveis (solo-cimento) na construção civil**. 2022. Artigo acadêmico (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Anhangüera, Unidade Fortaleza, Fortaleza, 2022.

EUPHROSINO, C. A., JACINTHO, A. E. P. G. A., DE, PIMENTEL, L. L., CAMARINI, & G., FONTANINI, P. S. P. (2022). Tijolos de solo-cimento usados para Habitação de Interesse social (HIS) em mutirão: estudo de caso em olaria comunitária. **Revista Matéria**, 27(1).

FAMBRINI, G. L. et al. Estratigrafia da Bacia do Araripe: estado da arte, revisão crítica e resultados novos. *Geologia USP. Série Científica*, v. 20, n. 4, p. 169-212, 2020.

GIRALDELLI, Mariana Aparecida; CRISTINA LEMOS MELO, Fabricia; ALVES PEREIRA, Osvaldo; DOMINGUES, Maria Aparecida; KAROLINE TEODORO PINHEIRO, Stefani; AGUIAR BRASIL, Mirela. **Construção com Terra: Breve Histórico e Técnicas: . Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 357–364, 2020. Disponível em: <https://ensaioeciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/8083>.

MATOS, M. D. de; ARAÚJO, J. A. S. de; CORDEIRO, A. R. L.; DIAS, C. G. do N.; RIBEIRO, J. R.; SILVA, D. M. da; PIRES, M. S. M. da S.; SILVA, S. M. da; SOUZA, C. de O. de; TEIXEIRA, V. F.; TEIXEIRA, R. N. P. **O que vem após a mineração? uma revisão narrativa do destino da pedra cariri**. *revista foco*, [S. l.], v. 18, n. 10, p. e9989, 2025. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/9989>.

MORAES, A. H. M.; OLIVEIRA, J. F. A. de; MARINHO, J. L. A.; JANUÁRIO, T. L. da S. (2020) Análise ambiental das atividades de mineração da pedra Cariri no município de Nova Olinda – CE. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 57–73, 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e2202057-73. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/8101](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8101).

NETO, R. P. A.; TEIXEIRA, M. S. Desenvolvimento regional: Um estudo na região metropolitana do cariri. **Revista de Psicologia**. n.18, 2012. ISSN 1981-1179. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/202/281>. Acesso em: 27 nov. 2024.

OLIVEIRA, Diego Bandeira de. 2016. **O uso do resíduo Pedra Cariri como material alternativo para aplicação em camadas granulares de pavimentos**. Tese (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

RIOS, Safira Ferreira de Melos. 2017. **Avaliação da utilização de resíduo de serragem de Pedra de Cariri (RSPC) na produção de argamassa**. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2017.

SANTOS, D. E., dos & SOUZA, M. B. A., de. (2023). **TIJOLO ECOLÓGICO - Aplicação na construção civil e sua viabilidade econômica**. (ETEC). Centro Paula Souza, São Miguel de Souza, SP, Brasil.

SANTOS, S. O., PEREIRA, D. A., & BEZERRA, A. J. V. (2022). Viabilização técnica do reuso do resíduo de calcário laminado na fabricação de tijolos solo-cimento. **Revista Ciência e Sustentabilidade**, 6(1), 42-53.

SILVA, Paulo Victor Nobre. 2019. **Adequação dos resíduos de serragem da Pedra Cariri para a produção de argamassas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Metalúrgica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

WEBER, E., CAMPOS, R. F. F., DE, & BORGA, T. (2017). Análise da eficiência do tijolo ecológico solo-cimento na construção civil. **IGNIS: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo Engenharias e Tecnologia de Informação**, 6(2), 18-34.

ANEXO  
DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que este Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia/Tese/Dissertação), escrito sob minha orientação, está em versão final, de acordo com as solicitações realizadas pela banca examinadora.

Informo também que procedi à revisão final do texto, constatando que atende às especificações das normas da ABNT para apresentação de trabalhos acadêmicos da UFCA, no que diz respeito ao conteúdo e à formatação.

Data e local da assinatura eletrônica



Documento assinado digitalmente

AERSON MOREIRA BARRETO

Data: 13/05/2026 11:01:28-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>