

# ESCOLA DA ENGENHARIA CIVIL

Estudo de Caso e Aplicações



*Bruna Barbosa Matuti Mafra*

*Anny Letícia Silva Dias*

*Sâmea Ennelly Canté de Figueiredo*

*Lara Lina da Costa Freitas*

*Carlos Henrique Freire de Carvalho*

*Henrique Oliveira da Silva*

*Ismin Rebeca Fortes dos Reis*

*Isabelle Priscine Souza da Silva*

*João Evangelista Frota Filho*

*Samuel Leite de Matos*

**ESCOLA DA ENGENHARIA CIVIL**  
**Estudo de Caso e Aplicações**





Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade do(s) autor(es).  
Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-SemDerivações  
4.0 Internacional.

## **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA  
(Editor-Chefe)  
Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA  
Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Silvano Almeida-Unesp  
Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro  
Prof<sup>a</sup>. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves-IFF  
Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ  
Prof. Dr. Rodrigo Luiz Fabri-UFJF  
Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEMA  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE  
Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA  
Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos-UEL  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Maria de Fatima Vilhena da Silva-UFPA  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Dayse Marinho Martins-IEMA  
Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Elane da Silva Barbosa-UERN  
Prof. Dr. Piter Anderson Severino de Jesus-Université Aix Marseille

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

*Equipe RFB Editora*

Bruna Barbosa Matuti Mafra  
Anny Letícia Silva Dias  
Sâmea Ennelly Canté de Figueiredo  
Lara Lina da Costa Freitas  
Carlos Henrique Freire de Carvalho  
Henrique Oliveira da Silva  
Iasmin Rebeca Fortes dos Reis  
Isabelle Priscine Souza da Silva  
João Evangelista Frota Filho  
Samuel Leite de Matos

# **ESCOLA DA ENGENHARIA CIVIL**

## **Estudo de Caso e Aplicações**

1ª Edição

Belém-PA  
RFB Editora  
2023



© 2023 Edição brasileira  
by RFB Editora  
© 2023 Texto  
by Autor  
Todos os direitos reservados

RFB Editora  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
91985661194  
www.rfbeditora.com  
adm@rfbeditora.com  
R. João de Deus, 63, 66075000, Belém-PA

**Editor-Chefe**

Prof. Dr. Ednilson Ramalho

**Diagramação e capa**

Worges Editoração

**Revisão de texto**

Autor

**Bibliotecária**

Janaina Karina Alves Trigo Ramos-CRB

8/9166

**Produtor editorial**

Nazareno Da Luz

**Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)**



E74

Escola da engenharia civil: estudo de caso e aplicações / Bruna Barbosa Matuti Mafra *et al.* – Belém: RFB, 2023.

Outros autores

Anny Letícia Silva Dias

Sâmea Ennelly Canté de Figueiredo

Lara Lina da Costa Freitas

Carlos Henrique Freire de Carvalho

Henrique Oliveira da Silva

Ismin Rebeca Fortes dos Reis

Isabelle Priscine Souza da Silva

João Evangelista Frota Filho

Samuel Leite de Matos

Livro em pdf.

124p.

ISBN 978-65-5889-650-0

DOI 10.46898/rfb.0f7f5287-34b1-463d-831c-39bd9b1815a7

1. Engenharia Civil. I. Mafra, Bruna Barbosa Matuti *et al.* II. Título.

CDD 624

Índice para catálogo sistemático

I. Engenharia Civil.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ESTUDO DA ABNT NBR 9050:2021 - ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES VISUAIS À LUZ EM UMA OBRA LOCALIZADA NA AV. FREDERICO BAIRD, 2880 – PONTA NEGRA, MANAUS – AM .....</b>	<b>9</b>
Anny Letícia Silva Dias	
Sâmea Ennelly Canté de Figueiredo	
Bruna Barbosa Matuti Mafra	
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>ESTUDO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM TERRENOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, UTILIZANDO PEDRA RACHÃO E MANTA GEOTÊXTIL EM UMA OBRA SITUADA NA PONTA NEGRA EM MANAUS – AM.....</b>	<b>25</b>
Lara Lina da Costa Freitas	
Carlos Henrique Freire de Carvalho	
Bruna Barbosa Matuti Mafra	
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>ESTUDO SOBRE AS NÃO CONFORMIDADES CAUSADAS PELA MÁ UTILIZAÇÃO DAS FORMAS METÁLICAS PARA PAREDE DE CONCRETO EM UMA OBRA VERTICAL LOCALIZADA NO BAIRRO PONTA NEGRA EM MANAUS-AM.....</b>	<b>41</b>
Henrique Oliveira da Silva	
Bruna Barbosa Matuti Mafra	
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>ESTUDO DESCRITIVO DAS PATOLOGIAS: AFUNDAMENTOS, ONDULAÇÕES, PANE-LAS E DESGASTES NO PAVIMENTO FLEXÍVEL .....</b>	<b>59</b>
Iasmin Rebeca Fortes dos Reis	
Isabelle Priscine Souza da Silva	
Bruna Barbosa Matuti Mafra	
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO CONCRETO RECICLADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL .....</b>	<b>73</b>
João Evangelista Frota Filho	
Bruna Barbosa Matuti Mafra	
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E EFICIÊNCIA TEMPORAL NA SUBSTITUIÇÃO DE BLOCO CERÂMICO POR TIJOLO DE SOLO-CIMENTO EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS .....</b>	<b>89</b>
Samuel Leite de Matos	
Bruna Barbosa Matuti Mafra	
<b>SOBRE OS AUTORES .....</b>	<b>121</b>





# APRESENTAÇÃO

No Capítulo I, o artigo apresenta um estudo de caso sobre a conformidade da obra localizada na Av. Frederico Baird, 2880, Ponta Negra, Manaus, em relação à ABNT NBR 9050:2021 - Acessibilidade para deficientes visuais. O estudo analisa as passagens de piso tátil e destaca a inadequação na identificação visual da sinalização do degrau. A pesquisa adota uma abordagem exploratória e compara as conformidades entre a norma, o projeto e a pesquisa in loco. Conclui-se que as passagens de piso tátil estão em conformidade com a norma, porém a identificação visual da sinalização do degrau não atende aos padrões estabelecidos. No Capítulo II, o artigo destaca a importância da drenagem em terrenos de construção civil, especialmente em casos onde o lençol freático é elevado. É mencionado o uso de um “dreno cego” como solução para o rebaixamento do lençol freático, com a utilização de pedra rachão e manta geotêxtil. A pesquisa foi realizada em uma obra em Manaus e incluiu estudos exploratórios e descritivos, além de sondagens e coletas de amostras de solo. Conclui-se que a drenagem adequada é crucial para evitar problemas como alagamentos e erosão.

No Capítulo III, este artigo aborda um estudo sobre as não conformidades causadas pela má utilização das formas metálicas para parede de concreto em uma obra vertical localizada no bairro Ponta Negra em Manaus, Amazonas. O objetivo da pesquisa é identificar as dificuldades no processo construtivo e desenvolver um checklist de verificação de serviços para melhorar a qualidade do produto final, reduzir o tempo de execução e diminuir os custos com retrabalho. O sistema de paredes de concreto é cada vez mais utilizado na construção civil, porém a falta de mão de obra qualificada e treinamentos adequados pode levar a erros e não conformidades no processo. Já no Capítulo IV, este artigo apresenta um estudo descritivo sobre as patologias encontradas no pavimento flexível, como afundamentos, ondulações, panelas e desgastes. O objetivo é identificar as causas dessas patologias e encontrar soluções adequadas para a manutenção do pavimento, visando reduzir o surgimento desses problemas. A pesquisa utiliza uma abordagem quali-quantitativa e descreve as técnicas de recuperação mais comuns, como fresagem, recapeamento estrutural e remendo. Também destaca a importância de identificar e corrigir essas patologias para prolongar a vida útil das vias e garantir a segurança dos usuários.

Porém no Capítulo V, este estudo realiza uma revisão bibliográfica sobre a utilização do concreto reciclado na construção civil no Brasil. O objetivo é destacar suas aplicações, vantagens, desafios e regulamentações, além de fornecer recomendações práticas para seu uso em projetos futuros. O estudo conclui que o concreto reciclado é uma alternativa viável e promissora, que traz benefícios ambientais e econômicos para a indústria da construção. E por fim no Capítulo VI, a pesquisa analisa a viabilidade econômica e a eficiência temporal na substituição de blocos cerâmicos por tijolos de solo-cimento em construções residenciais. Os tijolos convencionais têm um impacto ambiental significativo, enquanto os tijolos

ecológicos oferecem uma alternativa mais sustentável. A metodologia combina abordagens qualitativas e quantitativas, envolvendo uma pesquisa descritiva e uma revisão bibliográfica abrangente. O estudo busca oferecer informações valiosas para profissionais da construção civil, destacando não apenas os aspectos econômicos e ambientais, mas também o potencial de redução do tempo de construção em obras residenciais.

# **CAPÍTULO I**

---

**ESTUDO DA ABNT NBR 9050:2021 - ACESSIBILIDADE  
PARA DEFICIENTES VISUAIS À LUZ EM UMA OBRA  
LOCALIZADA NA AV. FREDERICO BAIRD, 2880 – PONTA  
NEGRA, MANAUS – AM**

Anny Letícia Silva Dias  
Sâmea Ennelly Canté de Figueiredo  
Bruna Barbosa Matuti Mafra



## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo a apresentação de uma análise da conformidade da obra localizada na av. Frederico Baird, 2880 – Ponta Negra, Manaus – AM, em relação à ABNT NBR 9050:2021 - Acessibilidade para deficientes visuais. Observa-se, na atualidade, um significativo déficit de adequações nas construções voltadas para a acessibilidade de deficientes visuais. A pesquisa adota uma abordagem exploratória, visando descrever e verificar as conformidades por meio de análises comparativas entre a norma, o projeto e a pesquisa in loco. Conclui-se, a partir da investigação realizada, que as passagens de piso tátil estão em conformidade com a ABNT NBR 9050:2021. No entanto, destaca-se a inadequação na identificação visual da sinalização do degrau, que não atende aos padrões estabelecidos pela norma.

**Palavras-Chave:** Acessibilidade; Projeto; Mobilidade.

## 1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade de pessoas com deficiência no mundo e no Brasil é um tema que vem ganhando cada vez mais espaço nas mais diversas áreas da vida e, devido a sua abrangência, é um tema bastante discutido há anos. Essa realidade deve aumentar e prevalecer à medida que as pessoas vivem mais (Vieira; Motter, 2019). A necessidade de acessibilidade para pessoas com deficiência, tanto no Brasil quanto no mundo, é um tema que ganha cada vez mais importância em diversas áreas da sociedade. O envelhecimento da população, juntamente com fatores como deficiências decorrentes de casamentos consanguíneos, acidentes de trânsito e outros, levou a um aumento considerável no número de pessoas com deficiência, cerca de 23,9% da população brasileira possui algum tipo de deficiência, e a grande maioria vive em áreas urbanas, o que torna a acessibilidade um desafio urgente (IBGE,2010).

A importância da NBR 9050:2021 em residenciais está relacionada à promoção da inclusão e da qualidade de vida das pessoas que moram ou frequentam esses espaços. Para isso, é recomendável que se adote os critérios da norma para tornar os ambientes mais acessíveis e seguros para todos, inclusive gestantes, idosos e crianças. Os benefícios de seguir a NBR 9050:2021 em residenciais são: Aumentar a autonomia e a independência das pessoas que vivem ou visitam a residência; evitar acidentes e quedas que podem causar lesões ou danos; facilitar a circulação e o uso dos espaços, mobiliários e equipamentos; valorizar o imóvel e o tornar mais atrativo para o mercado; cumprir a legislação e evitar multas ou processos judiciais. Portanto, a NBR 9050:2021 é uma norma importante que deve ser considerada na construção ou reforma de residenciais, pois ela contribui para a acessibilidade, a segurança, o conforto e a inclusão de todos (ABNT, NBR 9050:2021).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as medidas e ações planejadas para tornar a obra especificada acessível a deficientes visuais. Além disso, busca-se propor ações corretivas, caso se identifiquem requisitos incompatíveis com

a NBR 9050:2021. Focaremos na estrutura das calçadas na obra, na utilização de piso tátil direcional para auxiliar a locomoção dos deficientes visuais e em outras adaptações necessárias, observando se as especificações técnicas estão de acordo com a NBR 9050:2021. Para atingir esse objetivo, utilizamos um método de procedimento bibliográfico exploratório, com o intuito de descrever as adaptações necessárias para deficientes visuais e verificar se estão alinhadas com as normas de acessibilidade. Através deste estudo de caso, buscamos contribuir para a promoção da inclusão e acessibilidade em ambientes construídos, garantindo que todos os cidadãos tenham igualdade de oportunidades e direitos.

## 2 METODOLOGIA

Segundo Rodrigues (2010), o estudo de caso é uma forma empírica de investigação, com processos pré-definidos. De acordo com o autor, esse estudo precisa responder questões primordiais, como o “como” e o “porquê”, de forma que seja possível ter um entendimento maior de determinado fenômeno.

Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza aplicada. Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. Com intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa exploratória.

Para desenvolver este estudo, foi realizada uma revisão descritiva da literatura, com abordagem qualitativa. Uma busca de diretório foi realizada no banco de dados: Scientific Electronic Library Online (SciELO). Para os critérios de seleção desta pesquisa foram selecionados 10 artigos publicados entre os últimos 10 anos na busca foram utilizadas as palavras-chave: acessibilidade, projeto e mobilidade. O estudo desse trabalho foi desenvolvido a partir da combinação da pesquisa bibliográfica, o levantamento das condições de acessibilidade do local através de pesquisa de campo, a sistematização e análise dos dados. Para obtenção dos dados necessários, foi utilizada visitas técnicas na obra, estudo e análise do projeto da obra e da ABNT NBR 9050:2021.

A pesquisa foi realizada em uma obra na Av. Frederico Baird, 2880 – Ponta Negra, Manaus – AM, no período de 18 de agosto e 22 de setembro de 2023, empreendimento com uma área do terreno de 29.050,37 m<sup>2</sup>, número de torres: 11 blocos, número de pavimentos: 05 pavimentos (térreo + 04), sendo 08 unidades por andar, total de unidades: 440 unidades, planta adaptável para pcd: 14 unidades, aptos. com área privativa descoberta (garden): 88 unidades. todos os apartamentos do térreo, área privativa da unidade: 41,37 m<sup>2</sup> / 41,51 m<sup>2</sup>, número de vagas: 476 vagas descobertas (sendo 468 para veículos e 8 para motos) distribuídas para visitantes e moradores.

## 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 3.1 A NBR 9050:2021

No âmbito do projeto arquitetônico, a norma técnica ABNT NBR 9050:2021, desempenha um papel fundamental que estabelece critérios e parâmetros técnicos para a acessibilidade em edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. No que concerne à acessibilidade para deficientes visuais, a ABNT NBR 9050:2021 determina a obrigatoriedade da instalação de sinalizações táteis, pisos táteis direcionais e de alerta, bem como corrimãos em escadas e rampas. A importância da aplicação rigorosa dessas normas e regulamentos na construção e adaptação de prédios é enfatizada por Pires (2018), que destaca que “a acessibilidade não deve ser vista como uma opção, mas sim como um requisito legal e moral que deve ser integralmente cumprido”. Além disso, a autora ressalta que a acessibilidade não beneficia apenas as pessoas com deficiência, mas toda a sociedade, ao promover espaços mais seguros e acessíveis para todos.

No entanto, é importante reconhecer que a efetiva implementação da acessibilidade em prédios no Brasil ainda enfrenta desafios. De acordo com Souza (2019), “a fiscalização e a conscientização sobre a importância da acessibilidade precisam ser aprimoradas, e é fundamental que os órgãos públicos e privados atuem em conjunto para garantir o cumprimento das normas”. A legislação brasileira estabelece diretrizes claras, como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência e a ABNT NBR 9050:2021, que devem ser seguidas para garantir que os edifícios sejam acessíveis a todos. No entanto, é necessário um esforço contínuo de conscientização, fiscalização e colaboração entre os setores público e privado para assegurar que a acessibilidade seja uma realidade em todos os prédios do país, contribuindo para uma sociedade mais inclusiva e justa. Além de sua relevância, é importante frisar que ela auxilia na melhoria da qualidade de vida, pois, conforme destaca Pereira (2018), “a aplicação da ABNT NBR 9050:2021, resulta em uma melhoria significativa na qualidade de vida das pessoas com deficiência, permitindo-lhes maior autonomia e independência na realização de atividades cotidianas, como a circulação em edifícios e espaços públicos”.

Na questão da competitividade e Mercado Imobiliário existe um grande impacto daquelas que utilizam a norma, de acordo com Oliveira (2021), “a adesão à NBR 9050 pode conferir uma vantagem competitiva aos empreendimentos, uma vez que a acessibilidade é um fator cada vez mais valorizado pelos consumidores e pela sociedade como um todo”. Em resumo, a NBR 9050:2021 da ABNT desempenha um papel fundamental na promoção da acessibilidade e inclusão no Brasil, contribuindo para a construção de um ambiente urbano mais inclusivo, equitativo e acessível a todos. Normas específicas são estabelecidas para banheiros acessíveis, garantindo dimensões adequadas, barras de apoio e outros



elementos que facilitem a utilização por pessoas com deficiência. Critérios para a largura de portas e corredores são especificados na norma, assegurando que cadeiras de rodas e outras ajudas de locomoção possam transitar sem dificuldades.

A NBR 9050:2021 define os requisitos para vagas de estacionamento adaptadas, incluindo dimensionamentos específicos e sinalização apropriada. Para garantir a acessibilidade a todos, a norma estabelece alturas adequadas para mobiliário e balcões em espaços públicos, de modo que pessoas em cadeiras de rodas possam utilizá-los confortavelmente. A iluminação é um aspecto importante da acessibilidade. A norma estabelece critérios para níveis de iluminação adequados, bem como a minimização de ofuscamento.

A sinalização sonora, como semáforos com sinais sonoros, é abordada na norma para auxiliar pessoas com deficiência visual na travessia de ruas e acesso a locais públicos. A NBR 9050:2021 também considera a necessidade de adaptação de espaços já existentes, incentivando a promoção da acessibilidade retroativa em edificações e locais públicos. Em suma, a NBR 9050:2021 é uma norma abrangente que busca criar ambientes acessíveis e inclusivos em conformidade com as diretrizes nacionais e internacionais de acessibilidade. Ela desempenha um papel fundamental na garantia dos direitos das pessoas com deficiência, promovendo a participação plena na sociedade e a melhoria da qualidade de vida de todos os cidadãos.

### **3.2 ABNT NBR 9050: Acessibilidade Urbana e Obras Adequadas para Deficientes Visuais**

A acessibilidade urbana é um tema de extrema importância na construção de cidades inclusivas, nas quais todas as pessoas, independentemente de suas limitações físicas ou sensoriais, possam desfrutar plenamente dos espaços públicos. A ABNT NBR 9050:2021 estabelece diretrizes detalhadas para tornar as edificações e os espaços urbanos acessíveis a todas as pessoas, incluindo aqueles com deficiência visual. No que diz respeito a obras em áreas públicas, a norma define padrões específicos para garantir a adequação desses espaços. Para que obras públicas sejam verdadeiramente inclusivas, é fundamental considerar as necessidades específicas das pessoas com deficiência visual.

Segundo Guerra (2017), a inclusão de elementos como piso tátil direcional e de alerta é essencial para guiar e informar os deficientes visuais sobre direções, obstáculos e cruzamentos. Além disso, a instalação de semáforos sonoros, conforme preconizado pela ABNT NBR 9050:2021, contribui significativamente para a segurança dessas pessoas ao atravessar ruas e avenidas. Esses dispositivos emitem sinais sonoros para indicar o momento certo de atravessar a via.

Quanto à sinalização aplicada em estruturas prediais, a ABNT NBR 9050:2021 estabelece que as informações devem ser precisas e claras, com transmissão em ambos

os sentidos, ou seja, por meio de indicações visuais e táteis, ou visuais e sonoras, independentemente da categoria da sinalização, seja ela informativa, direcional ou de emergência (ABNT NBR 9050:2021). De acordo com as diretrizes da ABNT NBR 9050:2021, em sanitários e vestiários, as portas devem ter sinalização centralizada contendo informações táteis ou sonoras e estar localizadas na parede adjacente à porta. No que diz respeito a degraus, quando são isolados, é necessário que sejam sinalizados com uma faixa com largura mínima de 3 cm ao longo de toda a sua extensão. No caso de escadas, a sinalização deve ser instalada nas bordas dos degraus, sob a forma de faixas com pelo menos 7 cm de comprimento e 3 cm de largura. Essas faixas devem apresentar contraste em relação ao material do piso e, de preferência, devem ser fotoluminescentes ou retro iluminadas (ABNTNBR 9050:2021).

Por fim, a norma especifica que a sinalização tátil no piso deve cumprir as recomendações detalhadas na ABNT. Com o objetivo de assegurar o acesso universal a edifícios, a ABNT NBR 9050:2021 estipula que em edificações já existentes, quando for comprovado que nem todas as entradas podem ser adaptadas, as modificações necessárias para adequação devem ser realizadas nas entradas que possibilitam o acesso. É mandatório que a entrada principal de uma edificação atenda às condições de acessibilidade.

### **3.3 O Empreendimento**

#### **3.3.1 Características do Empreendimento**

O empreendimento residencial multifamiliar de interesse social localizado na Av. Frederico Baird, nº 2880 – Ponta Negra, é uma iniciativa projetada para proporcionar conforto e melhor qualidade de vida a um número significativo de famílias. Este empreendimento compreende 11 blocos residenciais e 9 blocos de apoio e lazer, cada bloco residencial se estende por cinco pavimentos, e em cada pavimento, há 8 unidades, resultando em 40 unidades por bloco. Em particular, os blocos 02 ao 06 e 08 do 1º pavimento apresentam unidades adaptáveis para P.C.D (Pessoas com Deficiência). Cada pavimento nestes blocos possui um hall, uma caixa de escada e 8 apartamentos. Cada apartamento adaptável a P.C.D possui 2 quartos adaptados, banheiro social, circulação, cozinha, área de serviço, além de uma sala de estar e jantar conjugadas. O Bloco 07 do 1º pavimento também possui unidades adaptáveis para P.C.D com as mesmas características.

Áreas Comuns, o empreendimento oferece um salão de festas com copa e instalações sanitárias, incluindo uma adaptada para P.C.D, com uma área de 67,32 m<sup>2</sup>. Além disso, há duas churrasqueiras, cada uma com instalações sanitárias, incluindo uma adaptada para P.C.D, e uma área de 59,50 m<sup>2</sup>. O estacionamento conta com 468 vagas descobertas, das quais 440 são destinadas aos moradores e 14 reservadas para PCD (Pessoas com Deficiência). Este empreendimento visa criar um ambiente inclusivo

e acessível, oferecendo moradias de qualidade e uma variedade de amenidades para enriquecer a vida de seus moradores.

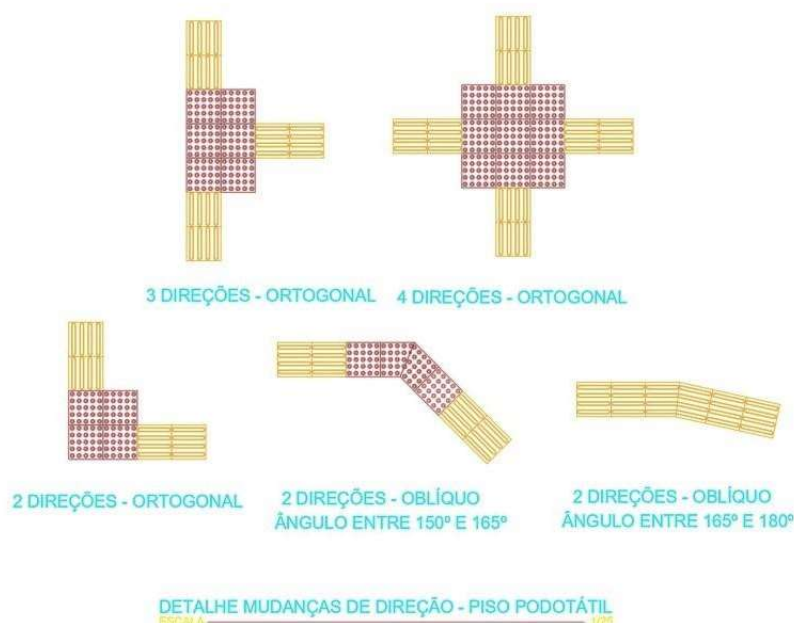
A planta da obra apresenta as especificações para a construção, seguindo as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 9050:2021. Para alcançar esse objetivo, conduzimos uma análise detalhada de elementos específicos da obra a fim de determinar se a execução está em conformidade com o projeto e as normas vigentes. Realizamos cinco visitas presenciais entre 18 de agosto e 22 de setembro de 2023 com o propósito de verificar se a execução da obra está de acordo com as diretrizes estabelecidas no projeto e na norma NBR 9050:2021.

### 3.4 Análise Comparativa: Projeto, NBR e Execução

#### 3.4.1 Sinalização de Pisos Táteis

Em situações nas quais não existam muros ou outros elementos, sejam naturais ou artificiais, que possam servir como guia para pessoas com deficiência visual, torna-se necessário construir uma linha guia, seja ao longo do alinhamento do lote, áreas verdes ou caminhos já existentes. Na ausência desses elementos, a instalação de piso tátil direcional nos caminhos é obrigatória. Além disso, é fundamental que os passeios sigam a inclinação longitudinal da via, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Pisos táteis.

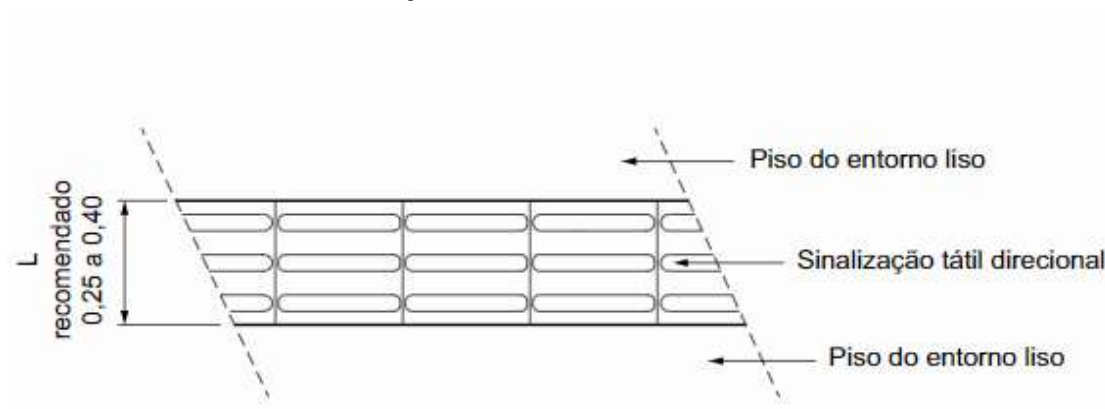


Fonte: Projeto de Acessibilidade da Empresa (2021).

O projeto de sinalização direcional do piso tátil deve considerar vários aspectos de acordo com a ABNT NBR 9050:2021 e a ABNT NBR 16537:2016, que indicam que, quando o entorno for liso, é recomendada uma largura (L) entre 0,25 m e 0,40 m. Conforme

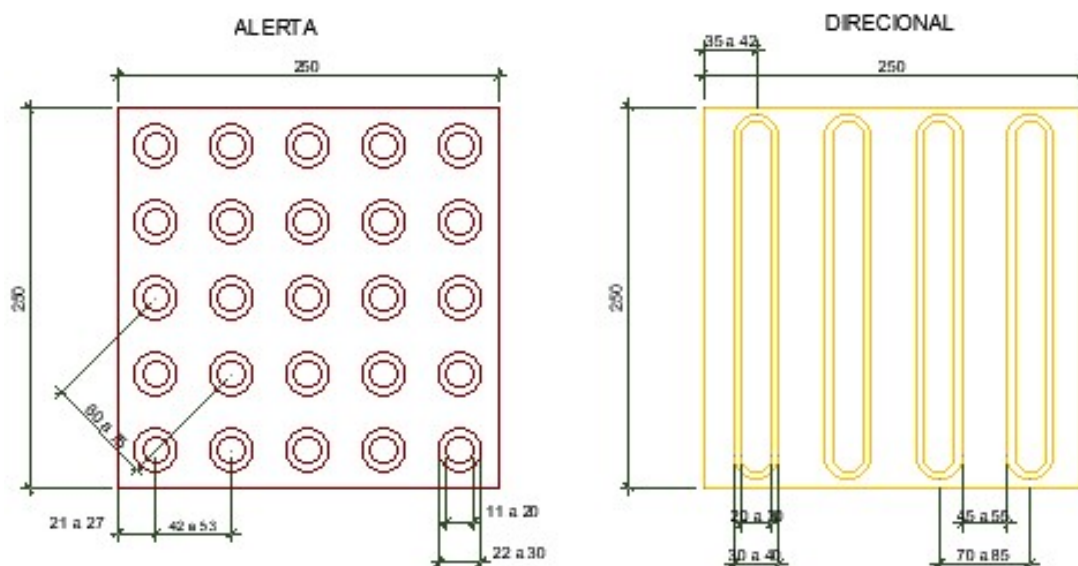
podemos verificar nas Figuras 2 e 3, o projeto está de acordo com as orientações da norma vigente.

Figura 2 – Sinalização tátil direcional



Fonte: ABNT NBR 16537 (2016).

Figura 3 – Detalhe piso tátil.



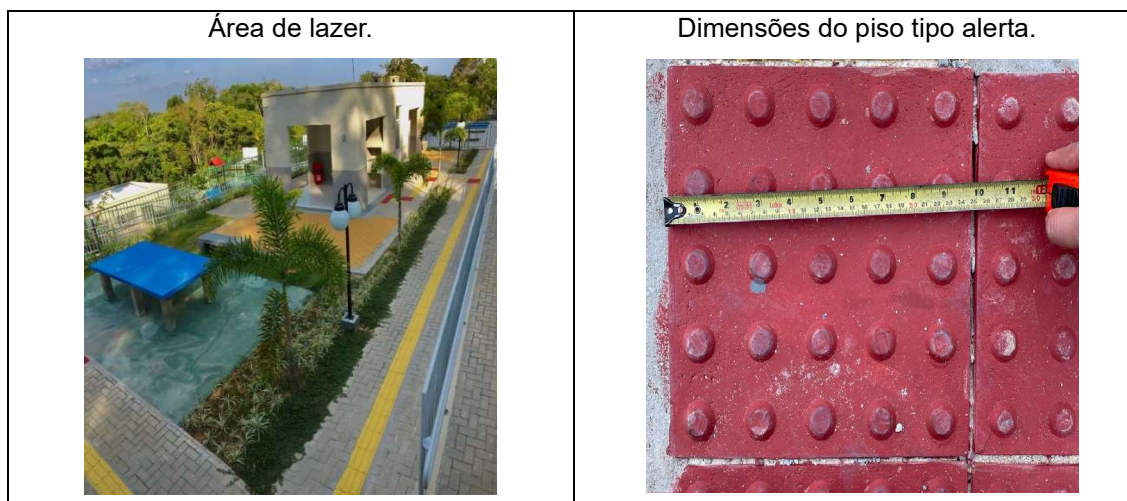
**DETALHE PISO PODOTÁTIL**  
ESCALA 1/5

\* DIMENSÕES EM MILÍMETROS

Fonte: Projeto de Acessibilidade da Empresa (2021).

Foram analisadas as áreas com o objetivo de verificar se os pisos táteis estão em conformidade com as normas estabelecidas no projeto, as áreas analisadas incluem a entrada do condomínio e as áreas de lazer, tais como o espaço gourmet, churrasqueira e piscina. Além disso, também avaliamos o percurso até os blocos 01, 02 e 03, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Área do empreendimento.



Após uma análise comparativa, concluímos que a sinalização dos pisos táteis está em conformidade com as especificações da norma ABNT NBR 9050:2021.

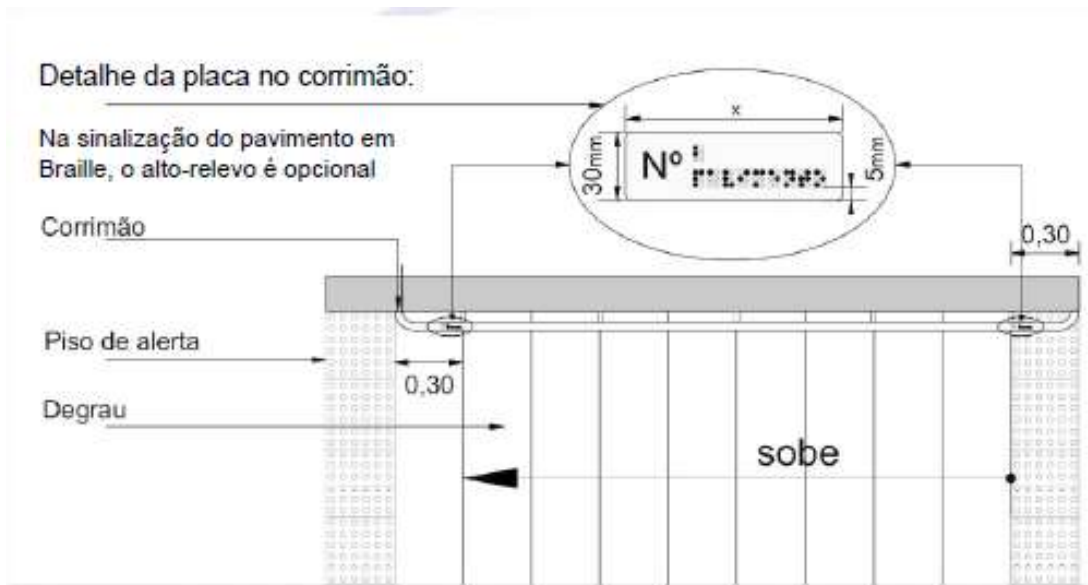
### 3.4.2 Sinalização do Pavimento e dos Degraus

É fundamental indicar sinalizações para as escadas e pavimentos existentes, garantindo que todos tenham acesso adequado a esses espaços. A sinalização de identificação de pavimentos (andares) junto a escadas fixas e rampas deve atender a critérios específicos de acessibilidade. De acordo com as diretrizes estabelecidas, a sinalização deve ser composta por elementos visuais, em relevo e em Braille. A sinalização visual e em relevo pode ser aplicada de duas formas: no corrimão ou na parede. Além disso, a sinalização em Braille é um requisito obrigatório e deve ser posicionada na geratriz superior do prolongamento do corrimão (ABNT NBR 9050:2021). Essas diretrizes visam garantir que pessoas com deficiências visuais tenham acesso à informação necessária para identificar corretamente os pavimentos e escadas, facilitando assim sua locomoção de forma independente e segura.

A aplicação cuidadosa e correta dessas sinalizações é essencial para promover a acessibilidade universal, tornando os edifícios mais inclusivos e atendendo aos padrões estabelecidos na legislação de acessibilidade. Essa abordagem garante que todas as pessoas, independentemente de suas capacidades físicas ou sensoriais, possam se movimentar e se orientar de maneira eficaz no ambiente construído, conforme as Figuras 4 e 5.

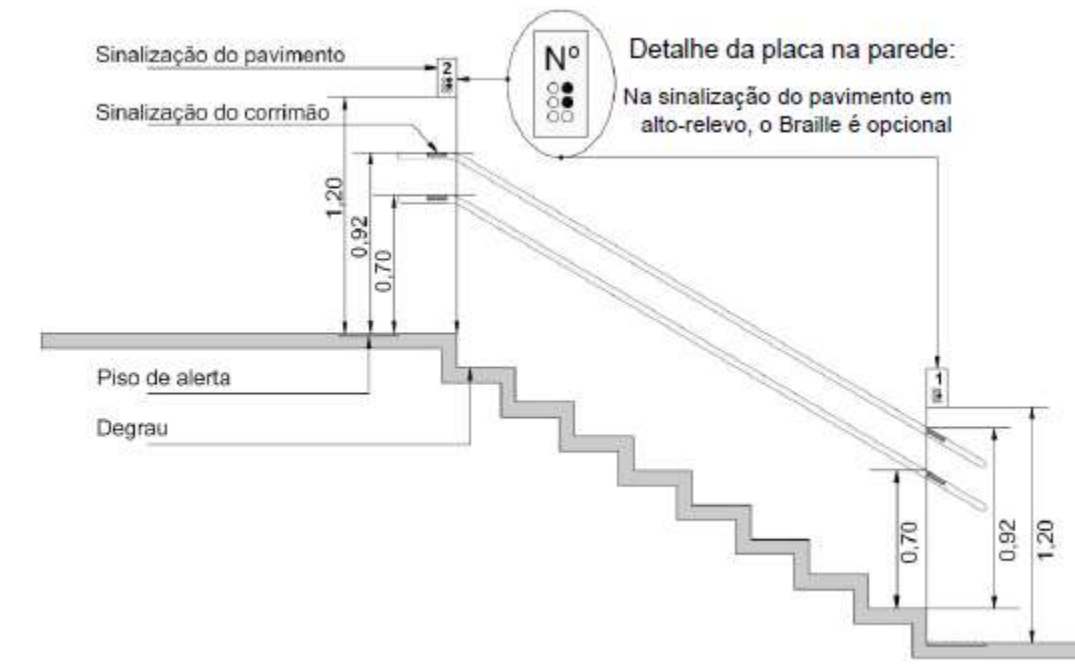


Figura 4 - Sinalização de corrimão – Vista superior.



Fonte: ABNT NBR 9050 (2021).

Figura 5 – Sinalização de corrimão – Vista lateral.



Fonte: ABNT NBR 9050 (2021).

Além dos pisos táteis e da identificação das portas e passagens a ABNT NBR 9050:2021, estabelece diretrizes específicas para a sinalização dos degraus de escadas. Conforme a norma ABNT NBR 9050:2021, a sinalização visual dos degraus de escada deve seguir rigorosamente as seguintes orientações:

1. A aplicação da sinalização visual dos degraus deve ser feita nas bordas laterais dos pisos e espelhos dos degraus e/ou nas projeções dos corrimãos. É imperativo que essa sinalização seja contrastante com o piso adjacente, sendo, sempre que possível, fotolu-

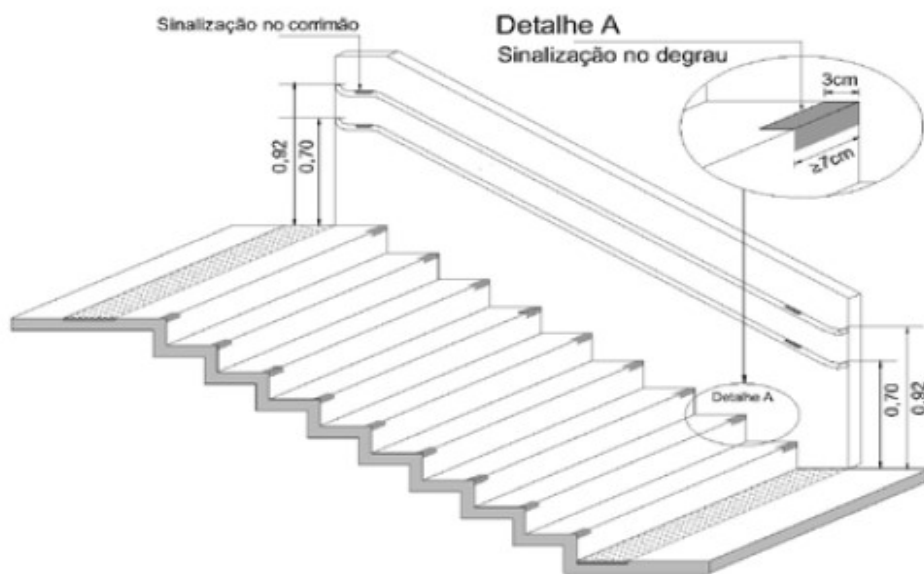


minescente ou retroiluminada.

2. É fundamental que a sinalização visual tenha um tamanho igual ou maior que a projeção dos corrimãos laterais e atenda ao mínimo de 7 cm de comprimento por 3 cm de largura.
3. Nos casos de saídas de emergência e rotas de fuga, a norma determina que a sinalização dos degraus de escada seja fotoluminescente ou retroiluminada, garantindo a visibilidade em situações críticas.

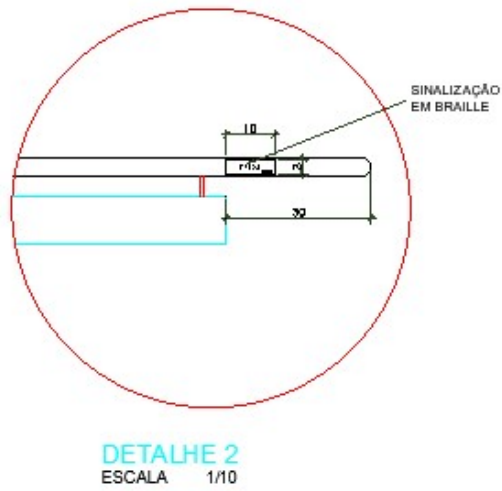
A recomendação é estender a sinalização ao longo do comprimento total dos degraus, incorporando elementos que também possam características antiderrapantes para assegurar a segurança dos usuários, de acordo com as Figuras 6, 7, 8, 9 e 10.

Figura 6 – Sinalização de degraus.



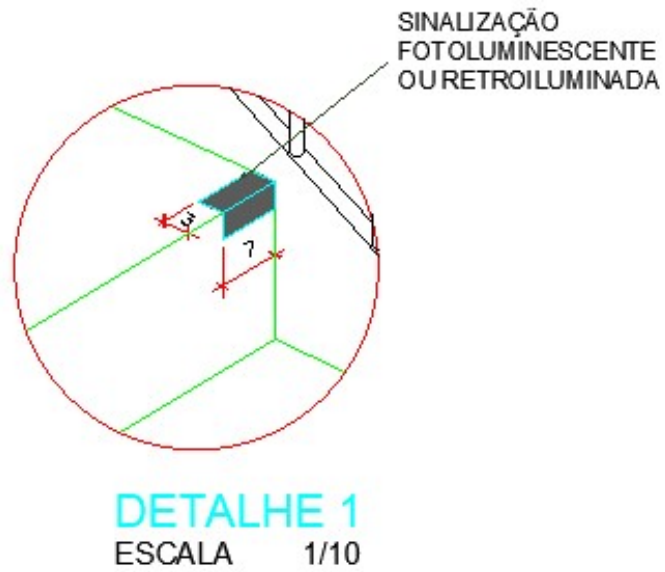
Fonte: ABNT NBR 9050 (2021).

Figura 7 – Detalhe sinalização em braille.



Fonte: Projeto de Acessibilidade da Empresa (2021).

Figura 8 – Detalhe sinalização retroiluminada.



Fonte: Projeto de Acessibilidade da Empresa (2021).

Figura 9 – Detalhe da placa no corrimão.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 10 – Sinalização no degrau.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao analisar os requisitos obrigatórios estabelecidos pela ABNT NBR 9050:2021, realizamos uma comparação dessas diretrizes com o Projeto da Obra e sua execução,

conforme especificado na norma técnica. No que diz respeito à sinalização do corrimão, considerando os detalhamentos presentes nas Figuras 6, 7, 9 e 11, constatou-se conformidade na execução. Contudo, em relação à sinalização nos degraus, identificados nas Figuras 8, 10 e 12, verificou-se uma não conformidade, uma vez que a execução da obra não seguiu as normas estabelecidas pela ABNT NBR 9050:2021 e as especificações do projeto, haja vista a ausência da instalação da sinalização necessária nos degraus.

## 4 CONCLUSÃO

Este trabalho proporcionou uma compreensão aprofundada do o estudo da ABNTNBR 9050:2021 - acessibilidade para deficientes visuais à luz em uma obra localizada na av. Frederico Baird, 2880 – Ponta Negra, Manaus – AM. Para atingir tal compreensão, foram estabelecidos dois objetivos específicos.

Ao longo da pesquisa, observou-se que a obra não seguiu todas as diretrizes necessárias para atender às pessoas com deficiência visual. Ainda que tenha apresentado conformidades em alguns aspectos, como sinalizações de pisos táteis, sendo possível encontrá-las em todas as áreas especificadas na pesquisa (piso tátil direcional e alerta), e sinalização em Braille, confirmada pela instalação de placas em Braille em todos os pavimentos dos Blocos 01 e 02, em conformidade com a ABNT NBR 9050:2021. Entretanto, observou-se a ausência de sinalizações retro luminescentes nos degraus dos pavimentos, o que representa uma não conformidade com as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 9050:2021 e com o Projeto de Acessibilidade da obra.

Portanto, torna-se essencial instalar placas retro iluminadas em todas as bordas laterais dos degraus. Essa medida é essencial para proporcionar orientação a pessoas com baixa visão, ao mesmo tempo em que desempenha um papel fundamental na sinalização de rotas de fuga em situações de emergência e ausência de energia elétrica.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. S. **Análise de adequação à NBR 9050:2015 em condomínios horizontais. Estudo de caso: Caribe Residence e Resort.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Luterano de Palmas. Tocantins, 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050: Acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BRASIL. **Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000.** Diário Oficial da

União, 2000. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/lei10098.pdf>> Acesso em 22 de maio de 2023.

CALDAS, L. R.; MOREIRA, M. M.; SPOSTO, R. M. **Acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida segundo os requisitos da norma de desempenho – Um estudo de caso para as áreas comuns de edificações habitacionais de Brasília - DF.** Revista Eletrônica de Engenharia Civil, (REEC) Goiânia, v. 10, n. 2, p. 2-16, setembro, 2015.

CERQUEIRA, F. de J. **A inclusão da pessoa com deficiência visual sob a perspectiva da Ciência da Informação: Um estudo nas bibliotecas da UFRB.** 2019. 185. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação – PPGCI para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Informação - Instituto de Ciência da Informação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

GONÇALVES, J. L. **Análise da acessibilidade segundo a NBR 9050 no Colégio Estadual Marechal Rondon em Campo Mourão - PR.** 2017. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso para Bacharelado em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2017.

SILVA, P. L. L.; LEITE, K. R.; OLIVEIRA, K. de S. **Mobilidade, Acessibilidade e Sustentabilidade no Plano Diretor de Anápolis.** 2017. 12 f. Pesquisa Científica – Centro Universitário de Anápolis – UNIEVANGELICA, Anápolis, 2017.

SILVA, T. A. B.; SOUZA, C. R. B. **Perspectiva de uma mobilidade e acessibilidade urbana sustentável.** 2017. 12 f. Pesquisa Científica para o 5º Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais – Centro Universitário FAG, Cascavel, 2017.

SCOTT J. **Acessibilidade às pessoas com deficiência na educação superior: Universidade Federal de Santa Maria-RS.** 2011. 16 f. Pesquisa Científica para o X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, Curitiba, 2011.

WAGNER, L. C. **Acessibilidade de pessoas com deficiência: o olhar de uma comunidade da periferia de Porto Alegre.** 2010. 23 f, 2010. Iniciação Científica em Terapia Ocupacional – Centro Universitário Metodista do IPA, Porto Alegre, 2010.

VIEIRA, A. R.; MOTTER, L. **Análise para implantação de acessibilidade na ala oeste do estádio arena Condá em Chapecó/SC.** Anais da Engenharia Civil / 2595-1823, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 16 – 34, maio 2019.





# **CAPÍTULO II**

---

## **ESTUDO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM TERRENOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, UTILIZANDO PEDRA RACHÃO E MANTA GEOTÊXTIL EM UMA OBRA SITUADA NA PONTA NEGRA EM MANAUS – AM**

Lara Lina da Costa Freitas  
Carlos Henrique Freire de Carvalho  
Bruna Barbosa Matuti Mafra

## RESUMO

Destaca-se a análise do solo como crucial para adaptar o projeto às características do terreno, em um caso específico, o lençol freático elevado durante a construção exigiu o rebaixamento constante da água para evitar enfraquecimento do concreto. O estudo menciona o uso de um “dreno cego” como uma solução para o rebaixamento do lençol freático, um caso real de aplicação desse sistema em uma construção em Manaus, destacando a importância de escolher materiais adequados, como pedra rachão e manta geotêxtil. A metodologia descreve os aspectos de uma pesquisa aplicada que analisa um sistema de drenagem em uma obra localizada na Avenida Perimetral Thales Loureiro, Bairro Ponta Negra, Manaus/AM. A pesquisa foca em solos areno-argilosos, abordando a necessidade de rebaixamento do lençol freático para permitir a acessibilidade ao local de construção, utilizou abordagem quali-quantitativa e incluiu estudos exploratórios e descritivos. Foram realizadas sondagens para coletar dados e amostras do solo, com ênfase na resistência a golpes para determinar a penetração do amostrador, também envolveu a investigação de materiais, como pedra e manta, para o projeto. A Norma DNIT 015-ES (2006) define o padrão para drenos cegos, que são compostos por uma cava e material de enchimento adequado para permitir o fluxo intersticial, sem condutores tubulares, podendo usar geotêxtil ou areia como material filtrante. Conclui-se que, a importância crucial da drenagem em terrenos de construção civil, destacando a necessidade de considerar cuidadosamente as características do solo desde o estágio inicial de planejamento para evitar problemas como alagamentos e erosão, um caso real de aplicação do sistema de “dreno cego” é apresentado, mostrando como essa solução foi eficaz para o rebaixamento do lençol freático em uma construção em Manaus.

**Palavras-chave:** Drenagem. Pedra rachão. Manta Geotêxtil.

## 1 INTRODUÇÃO

A drenagem em terrenos de construção civil é o conjunto de técnicas e estruturas utilizadas para gerenciar o escoamento de águas pluviais e subterrâneas em áreas onde ocorrerá a edificação de construções, como residências, edifícios comerciais, estradas, entre outros empreendimentos. O objetivo principal da drenagem é prevenir problemas como alagamentos, erosão do solo, infiltrações indesejadas e a deterioração das estruturas construídas devido ao excesso de água (TOPSOLO, 2017). A drenagem em terrenos de construção civil pode incluir o uso de diferentes elementos, como tubulações, bacias de retenção, canaletas, bueiros, sistemas de drenagem superficial, dispositivos de contenção de sedimentos, além de materiais como pedra rachão e mantas geotêxtis para controlar o fluxo da água.

Para a construção de um empreendimento a primeira medida a ser tomada é fazer a análise do solo para saber quais são suas características e assim fazer o projeto de acordo com as particularidades do solo, a partir da análise de solo, foi constatado que o lençol freático era elevado, ocasionando, na fase de construção da fundação, um processo de percolação da água para dentro da cava do bloco de coroamento, sendo necessário realizar a retirada de toda a água acumulada, a fim de possibilitar a concretagem de forma correta, afastando o risco do enfraquecimento do concreto. Todavia, mesmo retirando toda

a água acumulada, esta continuava minando para dentro da cava do bloco de coroamento, tornando a enchê-la antes da cura do concreto, baixando sua resistência.

A partir desta problemática, surgiram diversos métodos de drenagem das águas do solo no qual se pretende construir, dentre os quais destacamos o “dreno cego”, como uma das soluções utilizadas para rebaixamento do lençol freático possibilitando maior estabilidade do solo. Preliminarmente, destacamos o conceito de drenagem, sendo um sistema com propósito de controle das águas, a fim de amenizar cheias, se apresentando com solução no tratamento de água inconveniente em determinado local, onde não se é desejada (REVISTA SAÚDE DEBATE, 2019, P. 94-108). Trata-se de um sistema, mecanicamente dito, como sendo um ato de solucionar problemas de escoamento, canalização ou mesmo suporte para estabilizar áreas que oferecem diferentes riscos, ligados, principalmente a acessibilidade.

Alonso (2018) ressalta que, parte da água infiltrada no solo pode retornar à superfície por capilaridade e evaporar-se diretamente para a atmosfera, ou ainda ser absorvida pelas raízes das plantas, retornando à atmosfera após a transpiração dos vegetais. Entretanto, grande quantidade da água precipitada nos continentes penetra por gravidade no solo, até atingir as zonas saturadas que armazenam a água subterrânea e permitem sua circulação, são os denominados aquíferos, quando uma escavação atinge esses aquíferos e se torna necessário executar qualquer serviço a seco, é preciso esgotar a água desse local, os processos empregados para essa finalidade são objeto do que se denomina rebaixamento temporário de aquíferos ou, mais popularmente, rebaixamento do nível freático.

Os sistemas de rebaixamento utilizados para o controle das águas subterrâneas têm como objetivos principais os abaixo relacionados: interceptar a percolação e rebaixar o lençol freático; melhorar as condições de estabilidade de taludes, evitando escorregamento e reduzindo as dimensões da área requerida para a obra; evitar levantamento do fundo da escavação ou liquefação do solo sob influência da percolação da água; garantir que o solo no fundo da escavação mantenha sua densidade e características de compactação; reduzir a umidade de solos em áreas de empréstimo, para garantir as suas condições de compactação no aterro; reduzir os empuxos de terra sobre paredes de escoramento; reduzir as pressões de ar comprimido quando esse processo é utilizado na escavação de túneis, fundações, etc. (Gaioto, 1997). Os drenos profundos devem expelir toda a água que chega ao pavimento, interceptando ou até mesmo rebaixando o lençol freático, a utilização dos drenos facilita a construção sob o lençol, pois impede a percolação da água (RBCTI, 2016, p. 67)

O fato é, que se faz necessário o devido reconhecimento do subsolo que se pretende realizar a construção, e para isto, há métodos desenvolvidos para obtenção de resultados quanto às possíveis deficiências, quais sejam: a Sondagem a percussão manual e a Sondagem Rotativa NX. A partir destes métodos é possível identificar superficialidade

do nível de água do terreno, inconstância de compacidade, consistência e resistência à penetração SPT dos solos sobrejacentes aos estratos de sedimentos litificados/consolidados, com base em tais resultados, o plano de ação será o desenvolvimento do sistema de drenagem aqui abordado.

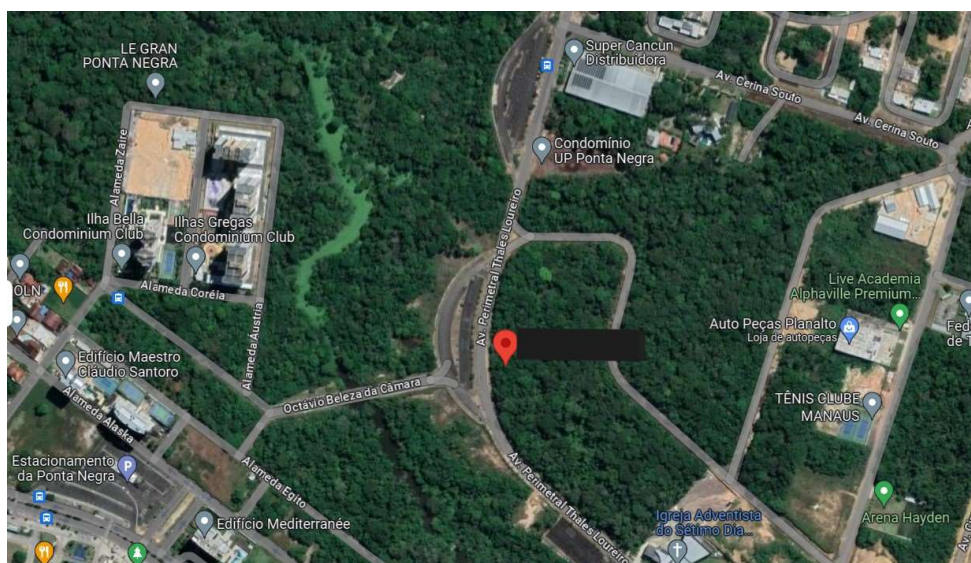
Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é mostrar o sistema drenante da obra localizada à Avenida Perimetral Thales Loureiro, Bairro Ponta Negra, Manaus/AM, que é constituída por solos areno-argilosos de compacidade fofa a compacta em breves sondagens assim definida, apontando os níveis de águas no intervalo de até 0,30m. Será analisada a adoção do rebaixamento do lençol freático nessa localidade, possibilitando a acessibilidade ao local de operações da construção civil, buscando identificar a melhor opção de materiais que atendem aos requisitos projetados, utilizando pedra rachão e manta geotêxtil (dreno cego).

## **2 METODOLOGIA**

Aqui serão abordados todos os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo-se os procedimentos necessários e úteis para mostrar o sistema drenante da obra localizada à Avenida Perimetral Thales Loureiro, Bairro Ponta Negra, Manaus/AM, que é constituída por solos areno-argilosos de compacidade fofa a compacta em breves sondagens assim definida, apontando os níveis de águas no intervalo de até 0,30m. Será analisada a adoção do rebaixamento do lençol freático nessa localidade, possibilitando a acessibilidade ao local de operações da construção civil, buscando identificar a melhor opção de materiais que atendem aos requisitos projetados, utilizando pedra rachão e manta geotêxtil (dreno cego).

Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza aplicada. Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. Com intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa exploratória. A pesquisa foi realizada no período de janeiro a outubro de 2023, a obra está localizada Av. Perimetral Thales Loureiro, Ponta Negra, Manaus/AM. O empreendimento possui 05 torres de 8 andares, contendo 8 apartamentos por andar, distribuídos entre apartamentos de 2 e 3 quartos com suíte, de 48m<sup>2</sup> a 60m<sup>2</sup>, varanda gourmet, vaga de garagem, espaço fitness, área de lazer completa, pavimentação, passeios, redes e toda a estrutura exigida para moradia, conforme está demonstrado na Figuras 1.

Figura 1 - Localização do empreendimento.



Fonte: Google Maps (2023).

Para obtenção dos dados necessários, foram feitos estudos descritivos por meio de pesquisas bibliográficas em livros, Geologia e Geotecnia Básica, A Técnica de Edificar, Águas Subterrâneas e rebaixamento temporário de aquíferos, sites, artigos (Rebaixamento do Lençol Freático/Universidade de São Carlos, A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza e normas regulamentadoras (Drenagem - Drenos subterrâneos - Especificação de serviço/NORMA DNIT 015/2006 – ES e NBR 6484/ Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio).

Para verificar a eficiência do método, foi realizada sondagens no local de obra, com sonda a percussão manual, que tem um trado concha  $\varnothing 4"$ , trépano de lavagem de  $2"$ , moto-bomba "Honda" de 5,5 HP, tubos de revestimento de  $2.1/2"$ , hastes de penetração de  $1"$  e amostrador tipo SPT com  $1.3/8"$  de diâmetro interno e sonda rotativa "Mach 920", com tubos de revestimento de  $3"$ , hastes de penetração AW, barrilete duplo móvel e coroas diamantadas em diâmetro NX, cerca de 01 mês essa coleta de dados, acontecida em fevereiro a março de 2023. Para realização da análise, foram feitas as amostras das sondagens a percussão manual, coletadas a intervalos nunca superiores a  $1,00$  m com resistência a  $45$  cm de um peso de bater de  $65$  kg caindo de uma altura de  $75$  cm, contando-se o número de golpes para a penetração do barrilete amostrador.

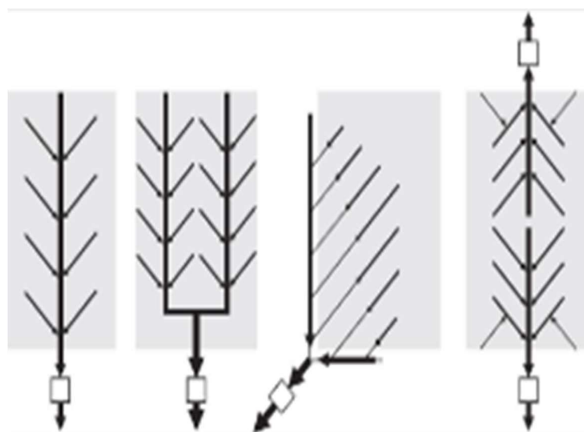
As amostras das sondagens rotativas foram coletadas em todos os horizontes impenetráveis a percussão manual por barrilete duplo móvel. Com estes dados coletados o próximo passo foi a investigação das propriedades dos materiais que utilizaríamos como projeto, ou seja, que tipo de pedra e manta, seria um projeto de 04 meses de execução para uma obra com 02 (dois) anos. Acompanhando todos os processos, foram realizados registros fotográficos do comportamento do solo nos serviços antes e após a drenagem, um comparativo da eficiência do sistema.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Sistema de drenagem

Nas palavras de Barros (2021), a importância da drenagem no contexto da construção civil não pode ser subestimada. A captação e direcionamento adequados das águas são cruciais para evitar problemas estruturais e garantir a durabilidade das edificações. Seja no início do projeto ou como medida corretiva, a drenagem desempenha um papel fundamental na preservação da integridade das construções e, conseqüentemente, na segurança e eficiência de qualquer empreendimento. Portanto, a consideração cuidadosa das questões de drenagem e controle de água desde o estágio inicial de planejamento é essencial para o sucesso de qualquer empreendimento de construção. Conforme Alonso (2018), os drenos são perfurações preenchidas com material drenante (areia ou brita envolta em geossintéticos), no interior dos quais se pode, adicionalmente, instalar um tubo perfurado. Os drenos, via de regra, são utilizados em conjunto com as canaletas e têm como função captar a água dentro do maciço, tanto para o alívio de pressões causadas pelo artesianismo, como para abaixar o nível da água próximo à superfície (drenos lineares, conforme esquema da Figura abaixo também denominados “trincheiras drenantes”, principalmente quando usados em estradas) ou, ainda, estabilizar maciços de solo saturado submetidos a fluxos de água, interceptando-os em profundidade e conduzindo-os até a superfície de acordo com a Figura 2.

Figura 2 - Tipos de dreno.

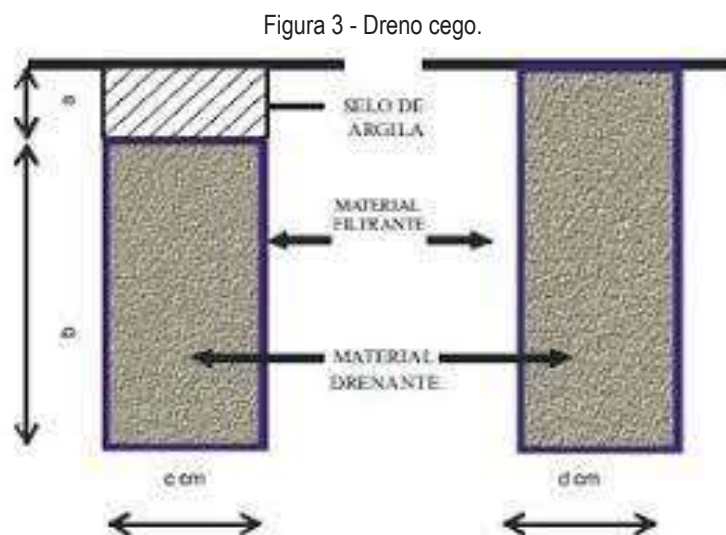


Fonte: Alonso (2018).

Os drenos são dispositivos instalados nas camadas subsuperficiais das rodovias, em geral no subleito, de modo a permitir a captação, condução e deságue das águas que se infiltram pelo pavimento ou estão contidas no próprio maciço e que, por ação do tráfego e carregamento, comprometem a estrutura do pavimento e a estabilidade do corpo estradal. Quanto à forma construtiva, os drenos poderão ser cegos ou com tubos e, devido à pequena profundidade, podem ser também designados como drenos rasos; recebem,



ainda, designações particulares como dreno transversal ou dreno longitudinal de base (DNIT 015, 2006). A Norma DNIT 015-ES (2006) estabelece o padrão para o dreno cego, que é “constituído de cava e material de enchimento adequado de forma a possibilitar o fluxo intersticial, desprovido de condutores tubulares. O material filtrante poderá ser constituído de geotêxtil não tecido, ou areia que satisfaça a granulometria indicada no projeto”, conforme na mostra a Figura 3.



Fonte: DNIT 015-ES (2006).

### 3.2 Pedra rachão

Diante dos estudos realizados, o método escolhido para sanar o problema de drenagem do solo em questão estudado, foram materiais como Pedra Rachão para canalização do dreno. Segundo a Multilix (2023), a pedra rachão desempenha um papel importante na engenharia civil, principalmente em projetos de construção de estradas, pavimentação, drenagem e obras de contenção. Ela é caracterizada por ser uma pedra bruta, de tamanho intermediário, que geralmente apresenta superfícies irregulares e arestas quebradas, é frequentemente usada em sistemas de drenagem, como valas e galerias subterrâneas, suas características permitem que a água flua através dela, ajudando a controlar o escoamento e prevenir inundações, tem como característica ser uma pedra de bruta, retirada na primeira britagem, sua granulometria é superior a 75 mm, extraída para exatamente funções como drenagens, como mostra a Figura 4, descarregamento do material adquirido pela obra, atendendo as características anteriormente citadas.

Figura 4 – Recebimento do rachão.



Fonte: Autor (2023).

### 3.3 Manta geotêxtil

Tendo em conta a variedade dos produtos geossintéticos e a sua versatilidade, eles são aplicados em situações cada vez mais recorrentes, como na: drenagem e filtração; reforço de solos em taludes íngremes; estruturas de contenção; aterros sobre solos moles; controle de erosão; barreira para fluidos e gases; proteção ambiental; reforço de pavimentos; barreira de sedimentos, entre outros (Lachouski, 2021, p. 1). Benjamin e Guimarães (2023) destacam de forma clara e concisa a versatilidade das mantas geotêxteis na engenharia civil e suas diversas aplicações em obras de infraestrutura. A utilização da manta geotêxtil na engenharia civil deve seguir as diretrizes estabelecidas pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT para garantir a segurança, eficácia e qualidade das obras geotécnicas. A aderência a essas normas é fundamental para assegurar que as mantas geotêxteis cumpram sua função de forma adequada e atendam às necessidades específicas de cada projeto, ao mesmo tempo em que promovem a sustentabilidade e o cuidado com o meio ambiente.

Nas palavras de Pereira (2022), as mantas geossintéticas são de extrema importância para muitas obras de engenharia civil. A utilização desta manta pode ser usada em diversas obras de drenagem que beneficiam o escoamento de água e ajudam a evitar futuros problemas, como a obstrução do dreno. Corroborando com o pensamento anterior, Souza (2017) explica que, os geotêxteis desempenham um papel essencial na engenharia civil geotécnica e hidráulica, atuando como materiais permeáveis e filtrantes que interagem com o meio ambiente e os solos. Feitos de polímeros estáveis quimicamente, como o polipropileno e o poliéster, esses materiais desempenham um papel fundamental na construção de infraestruturas que envolvem a interação da água com o solo.

A aplicação fundamental do geotêxtil é atuar como um filtro drenante para os casos de obras onde ocorre percolação de água no solo, principalmente na separação entre o solo de base e o material granular do dreno, essas aplicações filtrantes e drenantes vão ao encontro do projeto e da execução de drenos subterrâneos em estradas e obras viárias, como em filtros de barragens de terra (Queiroz, 2016, p. 387). Também, nesse mesmo sentido, explica o engenheiro Demetrius Guimarães, gerente comercial da Bidim, usa-se as mantas Geotêxteis em todas as obras de infraestrutura. A solução é utilizada também na drenagem, reforço de estruturas de pavimentos e muros, separação de camadas de pavimentos, entre outras aplicações. O material funciona de maneira semelhante a um filtro: deixa a água entrar no dreno e bloqueia a passagem de partículas. Com isso, os tubos de drenagem ficam limpos. Sem-terra nem areia, a vida útil do dreno será a mesma do geotêxtil, ultrapassando 100 anos (EACweb, 2023). Observa-se dessa forma, que, a principal função da manta geotêxtil na drenagem é atuar como um filtro, ela permite que a água passe através dela enquanto retém partículas sólidas, como areia e solo. Isso é fundamental para evitar que as partículas entupam os canais de drenagem, garantindo o funcionamento adequado do sistema.

### 3.4 Aplicação da pedra rachão e da manta geotêxtil

Definidas as características do dreno em projeto e depois de todo o processo das sondagens serem feitas em todas as vias, totalizando 05 pontos, um em cada via, conforme está demonstrado na Figura 5 e processo citado na metodologia do trabalho, tivemos o processo da execução de fato.

Figura 5 - Ato de sondagem in loco.



Fonte: Autor (2023).

Com os dados coletados através do estudo do solo, as operações e os materiais puderam ser definidos. A manta adota no projeto de dreno, foi a Manta Geotêxtil - Com Gramatura de 300g/m<sup>2</sup> e o material drenante que foi usado é a pedra rachão de granito, como mostra as Figuras 6 e 7.

Figura 6 - Pedra Rachão de Granito.



Fonte: Empresa Brasileira de Agregados Mineraiis (2023).

Figura 7 - Manta geotêxtil.



Fonte: Autor (2023).

As escavações, eram realizadas por trechos que nos garantissem encerrar o processo todos os dias, sem deixar valas abertas. Abríamos em torno de 40 metros por dia, totalizando 540 metros de dreno e 421,2 metros cúbicos de pedra rachão, sendo o Dreno de L = 130cm H = 60cm, inserida a manta no fundo, seguida do lançamento do rachão e por fim seu fechamento com manta novamente. Após esse processo, fechávamos a vala com o mesmo material escavado, por ser solo arenoso, nossa compactação nessa área úmida, não se tornou complicada, pelo fato de naturalmente termos um material prontamente compactado, e por mais segurança, utilizamos a cada 50 cm a compactação com placa vibratória. Assim regularizamos a vala, deixando acabada, na cota da escavação



inicial, para os outros serviços que ainda seriam realizados. A funcionalidade total do que foi projetado, é o nosso resultado esperado, uma drenagem que possibilitaria a diminuição de encharque no solo, deixando o mesmo, com lençol freático rebaixado, dando, portanto, o resultado de um solo mais seco, como mostra Quadro 1.

Quadro 1 - Drenagem no mesmo trecho, antes e pós dreno.



Fonte: Autor (2023).

Muita atenção é dada aos problemas que podem surgir nessa atividade em caso de uma execução fora do projetado e que coincida com outras redes, como a água pluvial, esgoto, ou mesmo um incêndio na obra, o erro de cotas é muito comum acontecer, caso esteja rodando nesse momento, uma terraplanagem a exemplo, que corta e aterra níveis do terreno, isso certamente pode trazer problemas na execução de futuros serviços.

Outro ponto em questão é o surgimento de rochas no solo, podendo fazer com que o dreno possa demorar ser executado, até que aquela rocha abaixo do solo seja desfeita e o dreno possa passar, por vezes, podem demorar dias para essa escavação. A execução, com manta e pedra, pode ser simples, mas uma falta de atenção no cobrimento da rocha com a manta geotêxtil, pode poluir todo o sistema de drenagem artificial, podendo causar uma perda em toda a rede já feita, pois haverá interrupção no dreno, certamente. Pontos como estes, devem ser considerados, e, portanto, analisados como riscos que podem acontecer na execução de tal atividade, mas uma boa mão de obra, bons estudos no local e bons materiais, pode-se fazer obter o resultado positivo esperado. As etapas, saíram conforme projetado, primeira a escavação inicial, conforme definição de cota e localização, definidas pela topografia da obra. Com a abertura da vala nas dimensões indicadas de  $L = 130\text{cm}$   $H = 60\text{cm}$  no propósito de despejar o material do dreno na região, conforme exibido na Figura 8 e 9.

Figura 8 – Execução do procedimento.



Fonte: Autor (2023).

Figura 9 – Vala aberta L=130cm x H=60cm.



Fonte: Autor (2023).



O armazenamento do rachão, em volta da manta geotêxtil, na vala, armazenado com cuidado e com assentamento realizado por máquinas e mãos que ajeitavam as posições das pedras, exibidos na Figura 10.

Figura 10 – Colocação pedra rachão no dreno.



Fonte: Autor (2023).

A etapa final, aterro da vala e compactação, realizado por equipamentos apropriados, deixando o solo nas condições iguais às encontradas inicialmente e terminando a destinação do dreno, na caixa de retardo da obra, prevista a receber toda a drenagem do condomínio. Os resultados foram o esperado, estabilidade do solo foi alcançada, um relatório fotográfico de antes e depois do efeito dreno foi realizado, visualmente o efeito já foi visto e de forma comportamental, o solo obteve o rebaixamento do lençol freático necessário, conforme técnicas seguidas.

## 4 CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou de maneira abrangente e minuciosa a importância da drenagem em terrenos de construção civil, destacando a crucial análise do solo como ponto de partida para um projeto bem-sucedido. A necessidade de lidar com desafios como lençóis freáticos elevados, como mencionado no caso específico em Manaus, ressalta a complexidade desse aspecto da engenharia civil.

A utilização do “dreno cego” como uma solução para o rebaixamento do lençol freático é uma abordagem prática e eficaz, e a pesquisa enfatiza a importância de escolher materiais adequados, como pedra rachão e manta geotêxtil, para garantir a eficiência do sistema. Além disso, a metodologia empregada na pesquisa, envolvendo abordagens quali-quantitativas, estudos exploratórios e descritivos, bem como a coleta de dados por meio

de sondagens, proporciona uma base sólida para a análise do sistema de drenagem. A inclusão de registros fotográficos para acompanhar as mudanças no solo antes e após a drenagem é um método valioso para avaliar a eficácia do sistema. A referência à Norma DNIT 015-ES (2006) para definição de padrões de drenos cegos demonstra a conformidade do trabalho com as normas e regulamentações da área.

Em conclusão, o estudo destaca a importância crítica da drenagem em projetos de construção civil, enfatizando que a consideração cuidadosa das características do solo desde a fase de planejamento é fundamental para evitar problemas como alagamentos e erosão. O exemplo prático apresentado em Manaus ilustra como o uso do “dreno cego” pode ser eficaz na gestão de lençóis freáticos elevados, contribuindo para o sucesso de projetos de construção em áreas desafiadoras. O trabalho fornece informações valiosas para profissionais da área e serve como uma referência importante para futuros empreendimentos.

## REFERÊNCIAS

ALONSO, U. R. **Rebaixamento: Temporário de aquíferos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2018. E-book. Disponível em: <<https://plataforma.bvirtual.com.br>>. Acesso em: 24 out. 2023.

ALPHABET, INC. **Google Maps**. 2023. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Luar+Ponta+Negra/@-3.060974,-60.0992941,880m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x926c1105aafcd36b:0xf9821af35853a731!8m2!-3d-3.0610528!4d-60.0979681!16s%2Fg%2F11sxyq8mjg?entry=tту>>. Acesso em: 15 out de 2023

BARROS, A. **Entenda o que é drenagem em construção civil e para que serve**. 2021. Disponível em: <<https://www.ampeng.com.br/blog/conservacao/entenda-o-que-e-drenagem-em-construcao-civil-e-para-que-serve?url=conservacao/entenda-o-que-e-drenagem-em-construcao-civil-e-para-que-serve>>. Acesso em 19 out. 2023.

BENJAMIN, C; GUIMARÃES, D. **Geotêxteis podem ser usados para drenagem, reforço e separação de camadas**. Portal Aecweb, 2023. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/geotexteis-podem-ser-usados-para-drenagem-reforco-e-separacao-de-camadas/11191>>. Acesso em 01 de out. 2023.

CHRISTOFIDIS D. *et al.* **A evolução histórica da drenagem urbana**, Revista Saúde Debate, V. 43, N. Especial 3, p. 94-108. Rio de Janeiro. Dezembro 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 015/2006 – ES. **Drenagem, drenos subterrâneos**. Rio de Janeiro. DNIT, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGREGADOS MINERAIS. **Rachão**. 2023. Disponível em: <<http://www.ebam.com.br/unidades/unidade-manaus/>>. Acesso em 30 de out. 2023.

GAIOTO, N. **Rebaixamento do lençol freático**. São Carlos: Departamento de Geotecnia. Artigo Científico disponível na biblioteca da Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo. 1997.

JANUÁRIO, N. F; GARCIA, P. R; GARCIA, G. F. **Rebaixamento do lençol freático**, Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação – RBCTI, V. 1, N. 3, p. 66-81. Uberaba, MG. Janeiro/dezembro 2016.

LACHOUSKI, R. L. **Aplicação de geossintéticos em engenharia geotécnica: da análise de 32 casos de obras para soluções em engenharia**. Trabalho de conclusão de curso. Florianópolis, SC, 2021.

MULTILIX. **Coleta, triagem e gerenciamento de resíduos. Pedra Rachão**. Multilix, 2023. Disponível em: <<https://www.multilix.com.br/pedra-rachao#:~:text=A%20Pedra%20Rach%C3%A3o%20%C3%A9%20um,obras%20para%20todos%20os%20fins>>. Acesso em 24 out. 2023.

PEREIRA, I. T. da S. **Geossintéticos na engenharia civil com ênfase no geotêxtil**. Jaraguá do sul, SC, 2022.

QUEIROZ, R. C. **Geologia e geotecnia básica para engenharia**. 1. Ed. São Paulo: Bulcher, 2016 E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 06 out. 2023.

SOUZA, H. C. **Noções sobre geossintéticos**. Curso de Engenharia Civil. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/36819684/topicos-06>>. Acesso em 24 out. 2023.

TOPSOLO. **O que é Drenagem na Construção Civil**. Topsolo, 2017. Disponível em: <<http://www.toposolo.com.br/noticias.php?id=6>>. Acesso em 19 out. 2023.



# **CAPÍTULO III**

---

**ESTUDO SOBRE AS NÃO CONFORMIDADES  
CAUSADAS PELA MÁ UTILIZAÇÃO DAS FORMAS  
METÁLICAS PARA PAREDE DE CONCRETO EM UMA  
OBRA VERTICAL LOCALIZADA NO BAIRRO PONTA  
NEGRA EM MANAUS-AM**

Henrique Oliveira da Silva  
Bruna Barbosa Matuti Mafra



## RESUMO

O sistema de paredes de concreto vem ganhando cada vez mais espaço no mercado da construção civil, e com as muitas empresas migrando para este método, ocasionando a escassez de mão de obra qualificada para a execução deste método, e com isso, erros de procedimentos acabam sendo causados pela falta de experiência e de treinamentos adequados para a realização do serviço. Desse modo, A presente pesquisa tem como objetivo estudar sobre as não conformidades causadas pela má utilização das formas metálicas para parede de concreto em Manaus – Amazonas, localizada no bairro Ponta Negra, com o intuito de encontrar as dificuldades no processo construtivo apresentada pela obra e desenvolver checklist de verificação de serviço baseado nas dificuldades encontradas. Sendo assim, foi possível identificar as não conformidades mais comuns que acontecem nesse sistema construtivo, verificando suas possíveis causas e aplicando uma fiscalização através do checklist desenvolvido, melhorando a qualidade de seu produto final, prazo de execução dos serviços e diminuindo custos com retrabalho.

**Palavras-chave:** Parede De Concreto; Mão De Obra; Não Conformidades; Formas Metálicas; Qualidade.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos métodos inovadores e amplamente utilizado nas obras de apelo social é o sistema construtivo paredes de concreto, que é moldada in loco. De início, o uso deste método gera um custo inicial elevado, porém quando se observa as vantagens, como por exemplo, velocidade no processo construtivo, o investimento é compensado (Ponzoni, 2013).

A necessidade de reduzir custos, prazos de um empreendimento mantendo sua qualidade e reduzindo os resíduos gerados em canteiros de obras, motivou o mercado da construção civil ao avanço tecnológico de seus métodos construtivos, onde inovou-se com o uso de parede de concreto, caracterizada pela substituição de paredes de alvenaria pelo concreto armado, oferecendo uma redução significativa nos resíduos e no custo final da obra. Com o avanço desse mercado, grandes empresas começaram a adotar o método com a intenção de manter sua competitividade no mercado, e com a publicação da ABNT NBR 16055:2022 parede de concreto moldada no local para construção de edificações, o sistema se consolidou no mercado, onde a mesma normaliza os procedimentos de execução de paredes de concreto.

Segundo Arêas (2013), o uso das formas exige inicialmente um custo bastante elevado, porém, proporcionam um prazo útil bem longo quando bem utilizada e mantendo a manutenção em dias, podendo ser reaproveitadas 1500 vezes compensando seu elevado custo. Uma dessas vantagens é o prazo de sua vida útil, pois quando bem cuidadas, as formas podem ser reutilizadas em mais de um empreendimento. Para Misurelli (2009), alguns dos principais benefícios do sistema parede de concreto são: velocidade de execução, garantia nos prazos de entrega, industrialização do processo, maior qualidade

e desempenho técnico, mão-de-obra não especializada e diminuição da mão-de-obra e dos custos indiretos. Mas em contrapartida, a falta de treinamentos específicos para a mão-de-obra e a fiscalização antes e após as concretagens, ocasionam possíveis problemas no resultado de seu produto, sendo eles: destravamento das formas, a abertura dos painéis durante a concretagem, segregação do concreto, paredes fora de prumo, fora de esquadro e fora de alinhamento, ou seja, características que estão divergentes do que padroniza a ABNT NBR 16055:2022, gerando não conformidades.

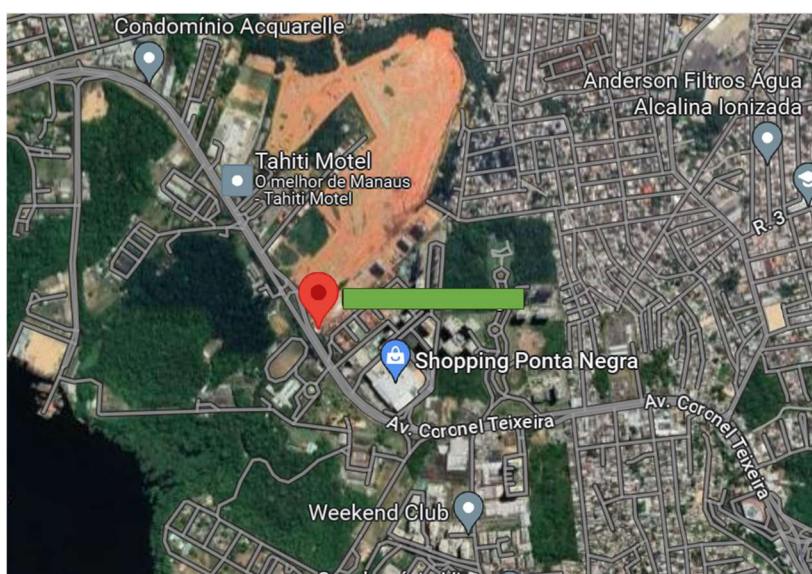
Diante disso, este trabalho tem por objetivo analisar como funciona essa metodologia in loco, verificando as não conformidades causadas pela má utilização das formas metálicas para parede de concreto, acompanhando cada etapa de execução, afim de desenvolver uma ficha de verificação pré e pós concretagem, com o intuito de atingir um melhor desempenho de seu produto final, certificando sua qualidade, custo e tempo de execução.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Objeto de dados

Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza aplicada, foi realizado uma pesquisa in loco, em um empreendimento localizado na Avenida Coronel Teixeira, no Bairro Ponta Negra em Manaus, de acordo com a Figura 1, onde é utilizada para execução de seus edifícios, o sistema de formas de alumínio. A obra conta com 7 torres verticais, com 119 apartamentos cada, 15 andares, totalizando 833 apartamentos na obra. Além das torres residenciais, a obra também conta com 1 edifício garagem de 6 pavimentos.

Figura 1 – Localização da Obra.



Fonte: Google Maps (2023).

No início da pesquisa em campo, a obra estava com 4 torres com a estrutura finalizada, sendo as torres 3, 4, 5, 6 e com a torre 7 com o 9º pavimento finalizado, as torres 1 e 2 ainda estavam aguardando o jogo de forma mobilizar para seu local, e assim dar início a sua estrutura, ou seja, estava com 538 apartamentos executados de 833, sendo assim, sua estrutura total com 64,58%.

A obra conta com 2 jogos de formas de alumínio, executando 2 torres simultaneamente, executando suas concretagens todos os dias, intercalando um jogo por dia, ou seja, a cada dia um jogo de forma é concretado, tendo um prazo de 2 dias para cada ciclo. O sistema é executado em forma de “zigue-zague”, onde cada pavimento é dividido em duas concretagens, lado A e B, onde em cada concretagem é realizado a estrutura 4 apartamentos, com exceção do térreo que em um dos lados é realizado somente 3 apartamentos.

Na certificação da qualidade de seu produto, a empresa realiza auditorias mensais com profissionais capacitados, com o objetivo de verificar se os procedimentos de construção da empresa estão sendo seguidos de acordo com a instrução de serviço construtivo (ISC), em específico a ISC - Estrutura – Parede de Concreto – Montagem de Forma Metálica, que determina os critérios a serem seguidos para montagem e aceitação do produto final.

## **2.2 Coleta de dados**

Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. Com intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa exploratória. O estudo realizado contou inicialmente com visitas técnicas no empreendimento, verificando como era feito os processos de montagem e desmontagem das formas metálicas, fazendo registros fotográficos do procedimento, analisando se estava de acordo com os padrões da ISC 04.04, e com isso, observar os processos em desacordo que poderiam gerar uma possível não conformidade. Foi levantado um histórico das não conformidades que o sistema construtivo sofreu apontadas nas auditorias, que foi fundamental para obter as informações necessárias no estudo de caso, podendo assim, definir ou apontar as ações necessárias para determinar a resolução dos processos inconformes.

Na pesquisa de campo, foram analisados 63 apartamentos, na primeira parte, foram 31 apartamentos, do térreo da torre 2 ao 4º pavimento, apenas observando o desempenho do sistema construtivo, verificando pontos de atenção que posteriormente poderia gerar não conformidade, já na segunda, foram 32 apartamentos sendo do 5º ao 8º pavimento, executados com o auxílio de um checklist desenvolvido baseando-se nas informações coletadas na primeira parte e no histórico de não conformidade apresentado pela empresa. Para reconhecimento das não conformidades durante as visitas técnicas, foi utilizado os seguintes equipamentos, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Equipamentos utilizado nas visitas técnicas.

Esquadro de alumínio 60x80 cm. 	Prumo de face. 
Nível a laser. 	Régua de alumínio. 

Fonte: Autor (2023).

Algumas não conformidades não precisam de equipamentos para sua identificação, sendo uma delas a segregação de concreto, que ocorre quando acontecem falhas no preenchimento das formas, deixando vazios na estrutura durante o processo de concretagem, onde a mesma é determinada através de inspeções visuais.

## 2.3 Análise

Baseado nos estudos feitos em campo das não conformidades, pode-se considerar que as não conformidades tem grande impacto tanto no andamento dos demais serviços em sequência, quanto no orçamento de mão de obra e material, pois acaba atrasando as demais atividades fazendo as regularizações necessárias, e utiliza material e mão de obra que não estava previsto em seu orçamento inicial. Através desses estudos, o checklist aplicado antes e após as concretagens, se mostrou bastante eficaz, sendo uma peça fundamental para a execução do sistema na empresa, pois possibilitou o mapeamento das não conformidades geradas e o controle das mesmas, assim podendo apontar qual foi a possível causa do problema e por fim, diminuindo o índice de surgimento das não conformidades nas próximas execuções.

Como qualquer sistema construtivo, as Paredes de Concreto estão sujeitas a falhas de execução, que acabam gerando um retrabalho quando não executado corretamente. Falhas executivas do tipo desaprumos, desalinhamentos, desníveis, e erros de

concretagem, são alguns dos responsáveis pelo surgimento dessas patologias no sistema. Tais problemas quando apresentados, geram custos adicionais ao custo global da obra, além de atrasar cronogramas e desperdício de materiais (Mitidieri Filho, Souza e Barreiros, 2013).

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

#### 3.1 Processo Executivo do Sistema de Parede de Concreto

Segundo a ABNT NBR 16055:2012, paredes de concreto moldadas no local podem ser definidas como elementos estruturais autoportantes, moldados no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capazes de suportar carga no mesmo plano da parede.

Para Venturini (2011), a execução de paredes de concreto pode variar de acordo com os processos construtivos adotados por diferentes construtoras, o material das fôrmas e seu fechamento, assim como o tipo de concreto utilizado, são alguns itens que podem mudar de empresa para empresa. É recomendado principalmente para empreendimentos que trabalhem com padronização e produção dos elementos em série, onde são previamente estabelecidas as instalações elétricas, sanitárias e esquadrias. Para empreendimento com característica personalizável não é remendável, pois o método não permite demolições e nem ajustes pós execução, as etapas de execução desse sistema construtivo são aplicadas de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – Etapas de execução do sistema construtivo.



Fonte: Autor (2023).



Conforme a Comunidade da Construção (2012), não importando o tipo da fundação a ser realizada, a execução desta tem de ser acompanhada de um nivelamento minucioso, podendo assim ser feita de forma exata, a instalação das fôrmas. É recomendável que a execução de uma laje/piso na cota do terreno, assim exercendo um apoio ao sistema de fôrmas e exclua a probabilidade de o trabalho ser realizado no terreno bruto.

Segundo a ABCP (2007), o tipo de ferragem adotada na prática no sistema parede de concreto é a tela eletrossoldada posicionada no eixo vertical da parede e a armadura complementar colocada em seguida em pontos estratégicos, onde esse conjunto deve atender a três requisitos básicos: resistir a esforços nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás.

Nas instalações, existem inúmeras diretrizes a serem atendidas para que as instalações passem por dentro das paredes. Por gerar algumas dificuldades também é comum passar tubulações, como as hidrossanitárias, por fora da estrutura, dentro de shafts. Escolha que possui a vantagem de facilitar quaisquer manutenções futuras necessárias (Arêas, 2013).

A ABNT NBR 16055:2022, também enfatiza a necessidade de conferência dos escoramentos, aprumadores e alinhadores horizontais antes da concretagem, para que se possa garantir as dimensões e prumo das formas com o especificado em projeto, permitindo a passagem de pessoas e equipamentos para a realização do serviço, evitando vazamento do concreto ou retrabalhos no processo. Em seguida é feita a concretagem, e depois de uma média de 12 a 14 horas o concreto adquire resistência de 3 MPa, sendo possível começar a desenforma. Primeiro são retiradas as cunhas de travamento, depois as réguas alinhadoras, os pinos e, finalmente, os painéis. Deve-se obedecer à sequência da numeração dos painéis, que será a mesma utilizada em uma nova montagem (Venturini, 2011).

### **3.2 Identificação das Não Conformidades**

Para a identificação das não conformidades na execução, foi realizado um estudo na torre 2 do empreendimento, avaliando primeiramente a estrutura de 31 apartamentos, observando apenas os processos executivos, usando como parâmetro de aceitação a instrução de serviço (ISC) fornecida pela a empresa, documento de uso obrigatório em campo, pois consta todos os equipamentos e procedimentos a serem seguidos em uma ordem sequencial, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – ISC 04.04 – Estrutura – Parede de Concreto Montagem de Fôrma Metálica.

<b>INSTRUÇÃO DE SERVIÇO CONTROLADO</b>					
<b>ISC 04.04 – ESTRUTURA – PAREDE DE CONCRETO</b>					
<b>MONTAGEM DE FÔRMA METÁLICA</b>					
<b>FERRAMENTAS</b>	<b>QTE</b>	<b>MATERIAIS</b>	<b>QTE</b>	<b>EQUIPAMENTOS</b>	<b>QTE</b>
Trena; Prumo; Espátula; Rolo de lã; Pincel; Balde metálico/caixa; Martelo; Pé de cabra	var.	Desmoldante	var.	Cavalete Fôrma e seus acessórios	var.
<b>PESSOAL UTILIZADO</b>	<b>QTE</b>	<b>EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL</b>			<b>QTE</b>
Montador, Ajudante.	var.	Capacete, botina de segurança, óculos de segurança, protetor auricular, luva de raspa.			var.
<p>✓ CONHECENDO A FÔRMA DA ALUMÍNIO</p> <p><b>TIPOLOGIAS:</b></p> <p><b>OBRAS HORIZONTAIS: PRÉDIOS COM ATÉ 6 PAVIMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ JOGUINHO: FÔRMA PARA 2 APTOS + HALL</li> <li>✓ JOGÃO: FÔRMA PARA 4 APTOS + HALL (PAVIMENTO INTEIRO)</li> <li>✓ OITÃO: FÔRMA PARA 4 APTOS + HALL (METADE DO PAVIMENTO)</li> <li>✓ DOZÃO: FÔRMA PARA 6 APTOS + HALL (METADE DO PAVIMENTO)</li> </ul> <p><b>OBRAS VERTICAIS: PRÉDIOS &gt; 6 PAVIMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ TVERT</li> <li>✓ JOGÃO: FÔRMA PARA 4 APTOS + HALL (PAVIMENTO INTEIRO)</li> <li>✓ OITÃO: FÔRMA PARA 4 APTOS + HALL (METADE DO PAVIMENTO)</li> <li>✓ DOZÃO: FÔRMA PARA 6 APTOS + HALL (METADE DO PAVIMENTO)</li> </ul> <p><b>SISTEMAS CONSTRUTIVOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ SISTEMA TREPANTE: ANDAIME + PAINEL EXTERNO IÇADO POR EQUIPAMENTO.</li> <li>✓ SISTEMA MONOPORTÁTIL: ANDAIME + PAINEL EXTERNO POSICIONADO MANUALMENTE.</li> </ul> <p><b>PADRÕES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ FÔRMAS DA COLÔMBIA: (FORSA)</li> <li>✓ FÔRMAS DA ÁSIA: (SFORM)</li> <li>✓ FÔRMAS DO BRASIL: (SH)</li> </ul>					

Fonte: Documento interno da empresa (2023).

Foi necessário um estudo sobre todos os projetos que englobam o ciclo de concretagem, sendo os projetos de formas de alumínio, projetos de armação e projetos de instalações prediais (hidráulicos e elétricos), desta forma, foi possível avaliar se os procedimentos estavam sendo executados de forma correta. É importante se atentar para as es-

pecificações e detalhes de projeto, pois qualquer alteração no executivo, será considerado não conformidade

Além dos projetos disponibilizados e a instrução de serviço (ISC) para o estudo, a empresa apresentou um histórico das não conformidades sofridas pelo o sistema construtivo, apontas pelo seu departamento de qualidade, onde o mesmo faz auditorias mensalmente no canteiro de obra para avaliar a qualidade do produto construído, não só das formas de alumínio, mas de todos os serviços em andamento na obra.

O Quadro 2 mostra o histórico das não conformidades sofridas desde o início do uso do método, com pontos em desacordo tanto na pré-concretagem, quanto na pós concretagem, e o plano de ação a ser tomado pela a empresa para resolução dos problemas.

Quadro 2 – Histórico de não conformidades sofridas pelo o método construtivo.

Data Abertura	Tipo	Serviço e/ou Processo	Descrição da não conformidade e/ou ponto de atenção	Ação Preventiva, Corretiva ou Oportunidade de Melhoria
25/11/22	NC	Forma	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Falha no esquadro das paredes do BL 6 de até 2 cm;</li> <li>*Desalinhamento entre painéis, no vão da porta e no complemento superior das paredes (pontual);</li> <li>*Ausência do chanfro no vão das janelas (pontual).</li> </ul> Assuntos em desacordo com o critério de aceitação da ISC 04.04.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Regularizar a estrutura antes de iniciar o acabamento;</li> <li>*Nas próximas execuções, reforçar a conferência da montagem da forma antes da concretagem.</li> </ul>
25/11/22	NC	Desforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Faquetas presas às paredes após a conclusão da desforma nas unidades 308 e 307 BL 6. Durante a montagem da forma, foi evidenciado camisinhas rasgadas e emendadas antes de fechar as paredes;</li> <li>*Retirada das escoras durante a desforma dos painéis da laje na unidade 303 e hall 3º PAV.</li> </ul> Assuntos em desacordo com a ISC 04.07.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Retirar as faquetas das paredes por completo, sem corta-las;</li> <li>*Nas próximas execuções, atentar para a colocação inteira da camisinha, sem emendas/rasgos.</li> </ul>
16/01/23	NC	Forma Metálica	FORMA METÁLICA: <ul style="list-style-type: none"> <li>*Falha na instalação do esquadro durante a montagem da forma das paredes do 9º PAV BL 6. Havia folga de até 1 cm entre o esquadro e a forma metálica;</li> <li>*Desalinhamento horizontal e vertical nas paredes de 1 cm a 4 cm.</li> </ul> Assunto evidenciados nas unidades do 8º PAV BL 6, em desacordo com os critérios de aceitação da ISC 04.04.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durante o farol, a folga na instalação do esquadro foi ajustada.</li> <li>Nas próximas execuções, atentar para a devida conferência das peças de travamento para não haver retrabalho na fase de regularização/acabamento das paredes;</li> <li>*Corrigir os desvios nas paredes e lajes antes de iniciar o acabamento.</li> </ul>
27/03/23	NC	Forma Metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Foi evidenciado no 12º, 13º e 15º desvio de 3cm/2cm na parede da escada, devido abertura do painel de ciclo na concretagem em desacordo com os critérios de aceitação da ISC 04.04 - Estrutura - Parede de Concreto - Montagem de Forma metálica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Fazer a regularização das paredes antes de seguir para as etapas de acabamento, nos locais que for necessário escarrear a parede, a obra deverá ter cautela para não chegar ao nível da armação e prejudicar o cobrimento mínimo da mesma;</li> <li>* Para regularizações com espessura &gt;2cm a obra deverá avaliar com o setor de projetos qual material/método deve ser adotado;</li> <li>*Antes da concretagem, realizar conferência de todos os acessórios, travamento e alinhamento de todos os painéis.</li> </ul>
24/04/23	NC	Desforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Evidenciadas escoras retiradas durante a desforma dos painéis da laje no 12º PAV BL 3, em desacordo com a ISC 04.07 – ESTRUTURA – DESFORMA DE PAINÉIS METÁLICOS e o 472-01-SPC-EX-F008-FLC-TIP. O procedimento indica que as escoras não devem ser removidas no momento da desforma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Para as unidades do 12º pavimento do Bloco 3, posicionar escoras novamente e somente retirar as mesmas quando for atingida a resistência estipulada em projeto para retirada das escoras;</li> <li>* Refazer treinamento com a equipe de desforma, orientando-os a não retirar as escoras antes do tempo previsto.</li> </ul>
20/06/23	NC	Forma Metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evidenciado ausência de aprumador de base na cozinha, falta fixação nos aprumadores do quarto 01 e quarto 02 da unidade 1502 ( obra realizou conferência duran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nas próximas execuções de montagem de forma verificar se 100% dos acessórios estão conforme projeto antes de liberar a unidade para a concretagem.</li> </ul>
13/07/23	NC	Forma Metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Evidenciado ausência de aprumador de base na cozinha, falta fixação nos aprumadores do quarto 01 unidade 805 ;</li> <li>*Falta de fixação nos aprumadores do quarto 01 do apt 805, no quarto 02 do apt 806, quarto 01 do apt 807 ( obra realizou conferência durante farol e reforçou fixação/adicionou peças que estavam faltando ) ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Nas próximas execuções de montagem de forma verificar se 100% dos acessórios estão conforme projeto antes de liberar a unidade para a concretagem</li> </ul>
17/08/23	NC	Desforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Evidenciado escoras retiradas durante a desforma dos painéis da laje do 7º andar do bloco 07;</li> <li>* Faquetas presas junto a estrutura na unidade 1001 do bloco 05;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Para as unidades do 7º pavimento do Bloco 07, posicionar escoras novamente e somente retirar as mesmas quando for atingida a resistência estipulada em projeto para retirada das escoras;</li> <li>* Refazer treinamento com a equipe de desforma, orientando-os não retirar as escoras antes do tempo previsto</li> <li>* Retirar faquetas presa a estrutura e, para as próximas execuções, utilizar o saca faquetas com concreto "verde" para facilitar a remoção das mesmas;</li> </ul>
17/08/23	NC	Forma Metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Evidenciado ausência de esquadro 800x800 no quarto 01 e na cozinha da unidade 701 do bloco 07;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Nas próximas execuções de montagem de forma verificar se 100% dos acessórios estão conforme projeto antes de liberar a unidade para concretagem.</li> </ul>
06/09/23	NC	Desforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Faquetas presas junto a estrutura na unidade 303 e 308 do bloco 07;</li> <li>* Evidenciado escora presa no quarto, com serviço de acabamento em execução na unidade 1007 do bloco 03</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Retirar faquetas e escora presa a estrutura e, para as proximas execuções, utilizar o saca faquetas com concreto " verde" para facilitar a remoção das mesmas;</li> </ul>

Fonte: Documento interno da empresa (2023).

No dia 30 de Agosto de 2022, a forma já havia sido transportada para o radier da torre 2 e o processo de montagem foi iniciado, pois a armação e as instalações prediais já haviam sidos executados previamente, e no dia 2 de setembro, em um sábado, a forma foi liberada para concretagem do lado A, o ciclo durou 4 dias, devido alguns aspectos que fazem com que o método não conseguiu atingir o ciclo de 2 dias de início, como, engajamento da equipe no novo radier, dificuldade de encontrar as peças, revisão e conferência com prazos mais longos.

A desforma foi feita no dia 4 de setembro de 2023, onde foi possível verificar o primeiro resultado do sistema na primeira concretagem da torre 2, logo de início já foi possível identificar itens causadores de não conformidade, podemos observar na Figura 4, uma parede que pela a falta de fixação do travamento, ocorreu uma abertura na parte debaixo causando um embarrigamento na mesma, e na Figura 5, o resultado dessa não conformidade causa um custo de regularização que não era previsto pela a empresa, tanto em mão de obra, quanto em material.

Figura 4 – Pé de galinha da forma não fixado.



Fonte: Autor (2023).

Figura 5 – Parede embarrigada no 1º pavimento da torre 2.



Fonte: Autor (2023).

O sistema deve estar totalmente travado e fechado, pois caso contrário, a pressão causada pela a densidade do concreto acaba empurrando as placas e causando a abertura



das mesmas, podemos observar nas Figuras 6 e 7, o canto do elevador do lado A, no 1º pavimento mal travado, e na medida que o concreto preencheu a área, a forma teve uma abertura causando uma não conformidade.

Figura 6 – Canto do elevador com abertura da Forma.



Fonte: Autor (2023).

Figura 7 – Parede fora de esquadro do elevador.



Fonte: Autor (2023).

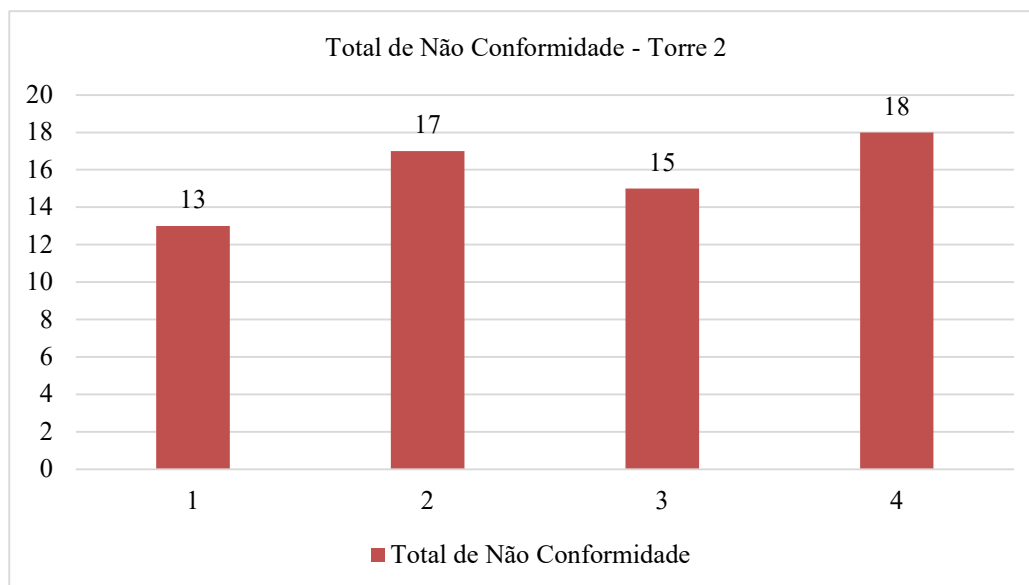
O lado B finalizou seu ciclo de montagem e foi concretado no dia 11 de setembro, o ciclo teve uma delonga devido aos feriados presentes na primeira semana de setembro em Manaus – AM, a partir desta, o sistema entrou no ciclo de 2 dias e engrenou seu ritmo de concretagem. No dia 27 de setembro, foi concretado o 4º pavimento lado B da torre 2, chegando aos primeiros 31 apartamentos que foram avaliados, e é notório que ocorre muitas falhas de execução no sistema, sendo algumas delas muito repetitivas.

É possível verificar que as não conformidades ocorrem, muitas vezes, por falta de direcionamento de alguns colaboradores, falta de treinamento adequado para manuseio das formas de alumínio, revisão final do líder da frente de serviço, e como é um serviço dado como tarefa, ou seja, finalizou a montagem e fechamento das formas, o colaborador



é liberado para ir embora, afim de buscar um incentivo e velocidade na montagem, acabam deixado alguma coisa executada avulso causando uma possível não conformidade. No Gráfico 1 é possível verificar a quantidade de não conformidades encontradas nos primeiros 4 pavimentos executados da torre 2. Já na Tabela 1, é possível verificar a descrição das não conformidades que surgiram durante o processo de execução do 1º ao 4º pavimento.

Gráfico 1 – Total de Não Conformidades da Torre 2 (1º ao 4º pavimento).



Fonte: Autor (2023).

Tabela 1 – Não Conformidade em Desacordo com a ISC 04.04 – Torre 2.

Descrição da Não Conforme	Quantidade	Pavimento
Embarrigamento na parede	3	1º - 4º
Falha no esquadro das paredes (até 3 cm)	3	1º
Vãos da janela com queda para o lado interno	19	1º - 2º - 3º - 4º
Escoras retiradas no ato da desforma	13	1º - 2º - 3º - 4º
Segregação do concreto	2	1º - 3º
Forma sem travamento no canto do elevador	1	2º
Falha no esquadro das paredes (até 2 cm)	8	2º - 3º - 4º
Faquetas presas junto com estrutura	9	2º - 4º
Paredes fora de prumo (desvio de 2 cm)	1	2º
Paredes fora de prumo (desvio de 3 cm)	1	3º
Eletroduto aparente	1	3º
Armação aparente	1	4º

Fonte: Autor (2023).

O conserto de defeitos que são consequência da imperícia na execução das etapas de uma obra de parede de concreto, é um retrabalho com alto grau de dificuldade. Na maioria das situações, a solução do erro cometido envolve quebrar a periferia da área defeituosa, reparar e encher com concreto, tratando-se de operações delicadas e de elevado custo com material e mão de obra (Arêas, 2013).

### 3.3 Desenvolvimento do Checklist

É possível notar que as não conformidades evidenciadas nos primeiros 4 pavimentos, são muito repetitivos tanto no pavimento avaliado, quanto nos outros pavimentos, onde as mesmas se tornam vícios construtivos, e acaba fazendo parte da rotina dos montadores, que não tem uma atenção na execução dos serviços citados na Tabela 1. Com isso, foi desenvolvido um checklist baseado nos erros executivos para evitar essas evidências nos próximos 32 apartamentos a serem avaliados. A elaboração do checklist tem o intuito de minimizar essas não conformidades causadas pela má utilização das formas, e foi desenvolvido baseando-se nas situações em desacordo encontradas na primeira avaliação, no

histórico de evidências fornecido pela empresa e nas instruções de serviço encontradas na ISC, e com isso, o checklist foi elaborado conforme a Figura 8.

Figura 8 – Check-list.

Ficha de Verificação PRÉ Concretagem - Data: / /				
TORRE:		PAVIMENTO:		
APTO	ITEM	Conforme	Não Conforme	OBS
	Limpeza dos Paineis ?			
	Paineis com Avarias ?			
	Posicionamento das Instalações ?			
	Armação conforme projeto ?			
	Espaçadores ?			
	Faquetas, Pinos e Cunhas ?			
	Escoramento ?			
	Chanfro das janelas para o lado externo ?			
	Alinhamento de Painéis ?			
	Travamento de Esquadros ?			
	Espessura das paredes ?			
	Dimensão de vãos de Esquadrias ?			
	Aprumador de base fixado?			
	Shafts com travamento reforçado ?			
Ficha de Verificação PÓS Concretagem - Data: / /				
APTO	ITEM	Conforme	Não Conforme	OBS
	Posicionamento das Instalações ?			
	Faquetas na parede ?			
	Segregação de concreto ?			
	Eletrodutos aparentes ?			
	Armação aparente ?			
	Shafts fora de alinhamento ?			
	Alinhamento ou Embarrigamento das Paredes ?			
	Prumo das Paredes ?			
	Esquadro das Paredes ?			
	Escoramento ?			
	Dimensão de vãos de Esquadrias ?			
	Queda das Janelas ?			

Fonte: Autor (2023).

### 3.4 Aplicação do Checklist

A aplicação do checklist teve início no primeiro ciclo de concretagem do 5º pavimento da torre 2, e logo nas primeiras checagens, já foi possível identificar serviços feitos em desacordo com a ISC, e com a identificação desses serviços antes de liberar a forma para concretagem, é possível tomar um plano de ação e impedir que a atividade seja feita de forma errada, evitando uma não conformidade. Pode-se verificar alguns dos erros que foram encontrados com auxílio do checklist no Quadro 3.

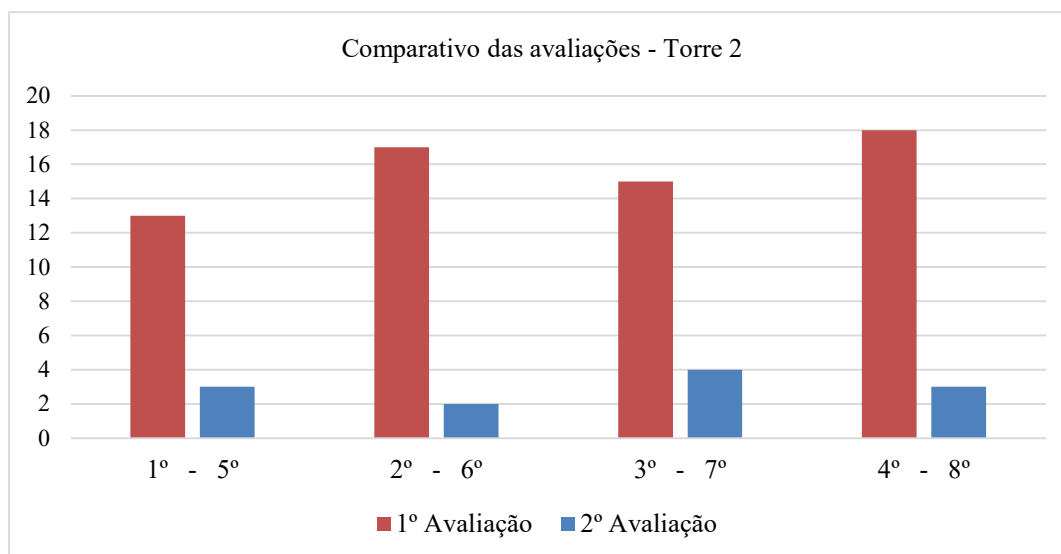
Quadro 3 – Pontos de não conformidades identificados pré concretagem.

<p>Escora sem travamento.</p> 	<p>Chanfro de janela com queda inversa.</p> 
<p>Parede sem alinhador horizontal.</p> 	<p>Esquadro sem porca de travamento.</p> 

Fonte: Autor (2023).

Além dos itens citados no Quadro 3, outras atividades foram identificadas nas concretagens seguintes, sendo elas repetitivas baseando-se na vistoria realizada na primeira parte da avaliação do método, e com as devidas ações tomadas, o índice de não conformidades teve uma redução considerável. A obra realizou a concretagem do segundo ciclo do 8º pavimento no dia 23 de outubro de 2023, assim, finalizando os 63 apartamentos a serem analisados. Com a utilização do checklist para identificação dos erros na segunda avaliação, e tomando as ações necessárias para corrigir as falhas encontradas, foi possível diminuir o índice de não conformidades encontradas na segunda avaliação, como podemos ver no Gráfico 2, já na Tabela 2, é possível verificar a descrição das não conformidades que surgiram do 5º ao 8º pavimento, comparando com a avaliação feita inicialmente.

Gráfico 2 – Comparativo das avaliações – Torre 2



Fonte: Autor (2023).

Tabela 2 - Não Conformidade em Desacordo com a ISC 04.04 do 5º ao 8º – Torre 2

Descrição da Não Conforme	Quantidade	Pavimento
Falha no esquadro das paredes (até 2,5 cm)	3	5º - 7º - 8º
Escoras retiradas no ato da desforma	2	6º - 7º
Paredes fora de prumo (desvio de 2 cm)	2	5º - 8º
Paredes fora de prumo (desvio de 2 cm)	2	6º - 7º
Eletroduto aparente	2	5º - 8º
Vãos da janela com queda para o lado interno	1	7º

Fonte: Autor (2023).

## 4 CONCLUSÃO

Diante do estudo feito, pode-se entender as principais não conformidades causadas pela má utilização das formas, sendo causadas por vícios construtivos da mão de obra e pela falta de fiscalização adequada do corpo de engenharia durante a execução do serviço, gerando retrabalhos de regularização das mesmas.

Com o uso de checklist nas etapas de construção exposto nessa pesquisa, é possível identificar os erros mais comuns que acontecem no canteiro de obra, e tomar um plano de ação para corrigir e evitar que a estrutura não perca sua qualidade de projeto,



tornando essa ficha de verificação de serviço uma ferramenta muito importante para a execução desse sistema. Através da aplicação do checklist, a obra obteve uma melhora significativa tanto na qualidade de sua estrutura, quanto nas atividades seguinte, pois diminuiu seu índice de regularização, e sua sequência de serviço passou a ser executada com mais rapidez, dando terminalidades nos serviços em um menor prazo, reduzindo os custos tanto no material que seria usado para regularizar as não conformidades, quanto na mão de obra direcionada para esse retrabalho. A pesquisa incentivou a empresa a buscar mais formas de treinamentos para qualificar ainda mais sua mão de obra, afim de continuar buscando melhorias na qualidade de seu produto.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055: Parede de Concreto Moldada no local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. **Parede de concreto: coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo, 2008.

ARÊAS, P. A. **Paredes de concreto: Normatização do Processo Construtivo**. PUC Minas, Belo Horizonte, 2013.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto – Vantagens**. 2012. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/vantagens/viabilidade/20/vantagens.html>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. **Como construir paredes de concreto**. Revista Técnica. 2009. Disponível em <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>>. Acesso em 18 maio 2023.

MITIDIERI FILHO, C. V.; SOUZA, J. C. S.; BARREIROS, T. S. **Sistema construtivo de parede de concreto moldadas no local: aspectos do controle de execução**. Congresso Brasileiro do Concreto. IBRACON, 2013.

PONZONI, J. **Paredes de concreto moldadas in loco: verificação do atendimento às recomendações da norma NBR16055/2012 nos procedimentos executivos em obra de edifício residencial**. 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96297/000915045.pdf?sequence.>>. Acesso em: 10 mai. 2023.

VENTURINI, J. **Casas com paredes de concreto**. Revista Equipe de Obra. São Paulo, v. VII, n. 37, julho. 2011. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/casas-com-paredes-de-concreto-220698-1.aspx>>. Acesso em 13 out. 2023.



# **CAPÍTULO IV**

---

## **ESTUDO DESCRITIVO DAS PATOLOGIAS: AFUNDAMENTOS, ONDULAÇÕES, PANELAS E DESGASTES NO PAVIMENTO FLEXÍVEL**

Iasmin Rebeca Fortes dos Reis  
Isabelle Priscine Souza da Silva  
Bruna Barbosa Matuti Mafra

## RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo estudar as patologias no pavimento flexível, tais como, afundamentos, ondulações, panelas e desgastes, a fim de realizar estudo descritivo sobre as manifestações com o intuito de identificar os elementos causadores para o surgimento dessas patologias, afim de encontrar soluções mais adequadas para a manutenção do pavimento, com a finalidade de reduzir o surgimento das mesmas. Realiza-se, então, um estudo que tem por finalidade uma pesquisa de natureza básica, para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa, com intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa descritiva. Diante disso, verifica-se que na utilização de produtos de má qualidade, dos erros nas etapas de projeto e execução das construções das rodovias, das inadequações nas escolhas de conservação, das deficiências nas aplicações de manutenções preventivas e intempéries climáticas, que juntamente ao grande fluxo de veículos (caminhões, carros, motocicletas e veículos de grande porte), acabam ajudando na deterioração do pavimento. Baseada nesse contexto, o trabalho apresenta as possíveis técnicas de recuperação, que são: fresagem, recapeamento estrutural e remendo. A identificação e correção de tais patologias é primordial para que se prolongue a vida útil das vias, assim, assegurando a segurança, economia dos usuários e condições de rolagem daqueles que trafegam.

**Palavras-chave:** Pavimento; Patologias; Pavimento flexível; Recuperação.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil as rodovias são de suma importância para a economia brasileira, pois representam o modo de transporte mais usual no país, tanto para cargas quanto para o tráfego de modo geral. Com as estradas em um bom estado de conservação as eficiências nestes transportes aumentam e isso acarreta uma série de benefícios, tais como: rapidez no percurso, com pistas em bom estado não será necessário redução drástica da velocidade permitida no trecho, resultando em mais rapidez no trajeto, segurança, sem danos nas pistas os riscos de acidentes diminuem, conforto, a viagem se torna mais confortável tendo em vista que o trajeto pode ser feito sem “surpresas”, e economia, visando que com pistas conservadas os danos causados aos veículos serão menores (Cavalcante, 2021).

Balbo (2017) define como flexível o pavimento que comporta um revestimento betuminoso, cujos materiais utilizados são o asfalto que forma a camada de revestimento, um material granular ou o próprio solo que forma a sub-base, em relação ao pavimento rígido, o pavimento flexível apresenta uma maior e mais expressiva deformação elástica, que é chamada no meio rodoviário de deflexão.

O pavimento flexível exige normalmente grandes espessuras, a fim de garantirem que a tensão no solo de fundação seja menor que a sua resistência. Nos pavimentos flexíveis, ocorre uma menor coesão entre as camadas e essas se deformam, gerando uma depressão localizada em profundidade considerável da superfície (Pinto, 2003). Assim como toda

e qualquer obra de pavimentação, as patologias que possam vir a surgir, apresentam características estruturais ou funcionais, à medida em que os defeitos prejudicam desde a capacidade do pavimento de suportar as cargas provenientes do tráfego até a superfície do rolamento, interferindo na segurança e conforto de deslocamento (Jacques, 2015).

Pesquisas realizadas pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2017), apontam que no Brasil mais de 99% da malha rodoviária pavimentada é de pavimento flexível. Sendo que as rodovias federais brasileiras cresceram 11,7% nos últimos dez anos e que grande parte dos trechos pavimentados não se encontra em bom estado de conservação. Dos 103.259 km de pavimentos analisados, 58,2% apresentam avarias, e 48,3% receberam classificação como regular, ruim ou péssimo (CNT, 2016).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, os afundamentos são caracterizados por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação. As ondulações são caracterizadas por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento (DNIT, 2003).

As Panelas são cavidades que se formam no revestimento por diversas causas, podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas. Já os desgastes são efeitos do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego (DNIT, 2003).

Diante disso, o objetivo deste trabalho é realizar estudo descritivo sobre as manifestações patológicas encontradas no pavimento flexível, tais como: afundamentos, ondulações, panelas e desgastes, devido ao alto índice patológico, com o intuito de identificar os elementos causadores para o surgimento dessas patologias, afim de encontrar soluções mais adequadas para a manutenção do pavimento, com a finalidade de reduzir o surgimento das mesmas.

## **2 METODOLOGIA**

Aqui serão abordados todos os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo-se os procedimentos necessários e úteis para realizar estudo descritivo sobre as manifestações patológicas encontradas no pavimento flexível, tais como: afundamentos, ondulações, panelas e desgastes, com o intuito de identificar os elementos causadores para o surgimento dessas patologias, afim de encontrar soluções mais adequadas para a manutenção do pavimento, com a finalidade de reduzir o surgimento das mesmas.

Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza básica. Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. Com intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa descritiva.



A pesquisa foi realizada no período de 2003 a 2023. Como métodos de exclusão, utilizaram-se os seguintes fatores: artigos em língua estrangeira e artigos incompletos. Para obtenção dos dados necessários, foi utilizada os artigos científicos retirados das bases de dados indexadas: Scientific Electronic Library Online, (SciELO) e Google Acadêmico. Para a seleção dos materiais, foram empregadas as seguintes palavras-chaves: “pavimentos flexíveis”, “patologias”, “pavimento” e “recuperação”.

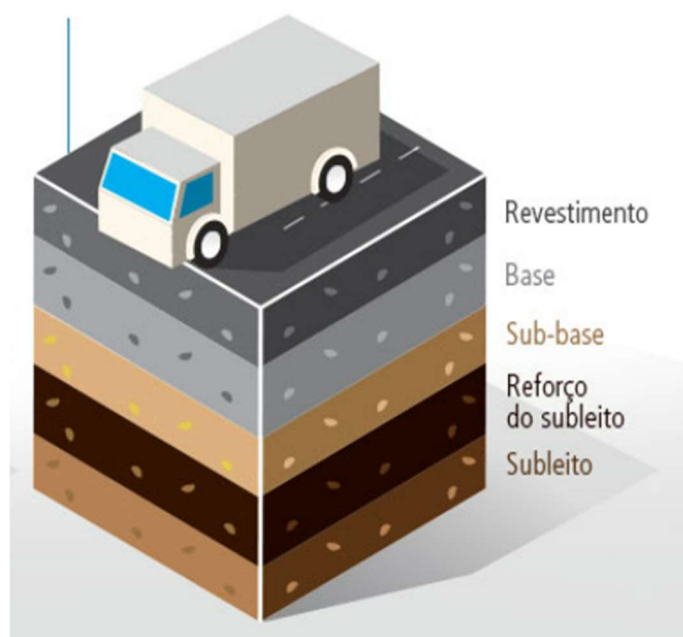
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Pavimento flexível

De acordo com a norma DNIT 031/ES (2006) atribui-se ao pavimento flexível toda e qualquer estrutura que sofre algum tipo de deformação elástica sob o carregamento aplicado. Desta forma, o carregamento é distribuído em partes proporcionais entre as camadas. Balbo (2017) define como flexível o pavimento que comporta um revestimento betuminoso, cujos materiais utilizados são o asfalto, formando a camada de revestimento, um material granular que compõe a base e outro material granular (podendo ser o próprio solo) que forma a sub-base.

Quanto à composição do pavimento flexível, conforme Medina e Motta (2015) têm-se a partir de um revestimento asfáltico sobre camadas com base granular ou base com solo materializado granulometricamente. O pavimento flexível fragmenta-se em quatro camadas, sendo elas: revestimento (binder e camada de rolamento), base, sub-base, e reforço do subleito, além de dispor mais uma camada designada como subleito, porém, não é dimensionável como as demais camadas, de acordo com a Figura 1.

Figura 1 - Composição estrutural do pavimento flexível.



Fonte: Mapa da obra (2016).

Segundo Bernucci *et al.* (2008) o revestimento é um conjunto de agregados minerais e material betuminoso, seu objetivo é gerar melhorias para a superfície de rolamento de forma a gerar uma maior confortabilidade, segurança, como também há um desgaste ao longo do tempo, as cargas são transmitidas pelos automóveis à base do pavimento, e funciona como uma película impermeabilizante, impedindo que água infiltre na estrutura do pavimento, são formados em geral pela mistura de cimento asfáltico, agregados graúdos e miúdos, material de enchimento.

A base é a camada mais importante do pavimento, possui a finalidade de resistir, como também é a responsável por alocar os esforços gerados pela circulação do tráfego, atenuando a transmissão destes, as camadas subjacentes, normalmente é constituída de matérias estabilizadas, como cal e cimento, devendo ter boa capacidade de suporte, os materiais utilizados dependem da disponibilidade das jazidas nas proximidades, e das condições do solo onde serão aplicados.

As funcionalidades da sub-base são as mesmas da base, havendo uma complementação que é utilizada para reduzir a espessura desta, possui funções de combater as forças geradas pela base, drenam as infiltrações e resistem às cargas transmitidas pela base, devendo ter boa capacidade de suporte, os materiais utilizados dependem da disponibilidade das jazidas nas proximidades, e das condições do solo onde serão aplicados, o reforço do subleito é uma camada executada quando o subleito não possui capacidade de carga suficiente, também utilizado para reduzir a espessura da sub-base, tem altura constante. Possui especificidades técnicas maiores que o subleito e inferior ao material que vier acima, tipicamente utilizado em solo argiloso (Bernucci *et al.*, 2008).

Por fim, o subleito é a camada infinita do pavimento, sendo considerada sua fundação, constituído de material natural consolidado e compactado, os esforços impostos sobre sua superfície serão aliviados em sua profundidade, sendo assim, deve-se ter maior preocupação com as camadas superiores, onde os esforços solicitantes possuem maior magnitude, assim pode-se dizer que cada camada do pavimento flexível possui uma ou mais funções específicas que juntas proporcionam aos veículos as condições adequadas de rolamento em qualquer condição climática (Balbo, 2017). As características de um pavimento são modificadas a partir do início da sua utilização e pioram gradativamente, essas modificações estão associadas ao tempo de vida ao pavimento, às solicitações de tráfego e às intempéries (CNT, 2017).

### **3.2 Manifestações patológicas**

Para Bernucci (2013), os defeitos de superfície podem aparecer de forma precoce (devido a erros ou inadequações) ou a médio ou longo prazo (devido à utilização pelo tráfego e efeitos das intempéries), ou seja, efeito das chuvas, temperaturas baixas e altas, além da oxidação do cimento asfáltico de petróleo (CAP), que ao reagir com o oxigênio do ar,

ocasiona em seu envelhecimento. Os pavimentos flexíveis com revestimento betuminoso, que são os mais utilizados no Brasil, vêm sofrendo diversas manifestações patológicas, tais como: buracos, ondulações, entre outros, este processo de deterioração da via pode ser agravado ainda por algumas características resultantes dos processos associados ao meio ambiente e ao uso excessivo e contínuo do tráfego, através do grande fluxo (Palharini; Sousa, 2022).

### 3.2.1 Ondulações

As ondulações ocorrem na deformação transversal e podem se reproduzir frequentemente ao longo do pavimento, decorrente das camadas de desgaste constituídas por revestimento superficial, mediante a deficiência na distribuição do ligante, ação frequente do tráfego (Silva; Pinheiro, 2021).

Figura 2 - Ondulações.



Fonte: CNT (2017).

De acordo com Balbo (2016) esse tipo de patologia apresenta pequenas ondulações longitudinais, com pequenos comprimentos de ondas e amplitude irregular, e que também podem acontecer escorregamentos, ocasionados por veículos em movimento, as principais causas para o surgimento dessa patologia são pela falta de estabilidade da mistura asfáltica; excessiva umidade do solo subleito; contaminação da mistura asfáltica; falta de aeração das misturas líquidas de asfalto, conforme mostra a Figura 2.

### 3.2.2 Afundamentos

Segundo Silva (2008), os afundamentos são ocasionados também devido ao tráfego intenso e o grande volume de carga e temperatura, os afundamentos podem ser classificados como: afundamento plástico ou consolidação. Conforme descrito na CNT (2017),

os afundamentos plásticos são as depressões da superfície acompanhada de pequena elevação lateral, quando a extensão é de até 6 m, é denominado afundamento local, para extensões maiores que 6 m e se for localizado ao longo de onde passam as rodas dos veículos, denomina-se afundamento de trilha de roda, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 - Afundamento plástico.



Fonte: CNT (2017).

Já os afundamentos de consolidação são as depressões da superfície sem elevação lateral. Quando a extensão é de até 6 m, é denominado afundamento local, para extensões maiores que 6 m e se for localizado ao longo de onde passam as rodas dos veículos, denomina-se afundamento de trilha de roda, conforme a Figura 4 (CNT, 2017).

Figura 4 - Afundamento de consolidação.



Fonte: CNT (2017).

As principais causas para o surgimento dessas patologias são pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito; densificação ou ruptura por cisalhamento de camadas subjacentes ao revestimento; falha na dosagem de mistura asfáltica, excesso de ligante asfáltico, falha de compactação na construção; problemas de drenagem, para poder recuperar esse tipo de patologia é necessário a manutenção através do recapeamento ou fresagem, que nada mais é que uma construção de uma ou mais camadas asfáltica sobre o revestimento existente (Bernucci, 2013)

### 3.2.3 Painelas

De acordo com DNIT (2003), as painelas ou buracos podem ser definidos conforme como elas se comportam no revestimento asfáltico, podendo ter diversas formas e dimensões, é um tipo de patologia muito grave, pois agrava a estrutura do pavimento, abrindo espaço para a entrada das águas no interior da estrutura, podem ocorrer em qualquer área do revestimento, principalmente nas trilhas de roda, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Painelas.



Fonte: CNT (2017).

Balbo (2016) refere-se ao tratamento das painelas e buracos em pavimentos da seguinte maneira, inicialmente é refeita a frisação do pavimento com o intuito de recomposição da sua camada exterior denominada de capa ou base, esse processo é realizado através da aplicação do CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente e após o processo espera o processo de cura findar-se, o que acontece em algumas horas, esse tipo de patologia não apresenta dificuldade para tratamento.

### 3.2.4 Desgastes

Segundo Aguiar (2017), o desgaste ocorre quando se tem uma perda de agregados no revestimento asfáltico, envolve a perda do material betuminoso e arrancamento progressivo dos agregados, conforme mostra a Figura 6.



Figura 6 - Desgaste do pavimento.



Fonte: CNT (2017).

De acordo com Bernucci (2013) o desgaste ou desagregação ocorre através do desapego de agregados da superfície ou ainda da ausência de mástique junto aos agregados. Associa-se o desgaste ao tráfego e os fenômenos naturais, ou seja, o intemperismo, mas também é resultado de falhas em ligações nas misturas betuminosas, de uso de matérias de procedência duvidosa e erros de execução de projeto. Quando existe avanço rápido no desgaste se entende que há degradação dos agregados que é consequência do tráfego do local, que ocasiona uma aspereza superficial.

### **3.3. Causas dos defeitos em pavimentos flexíveis**

Segundo Albano (2005), os problemas patológicos dos pavimentos flexíveis evidencia-se que está relacionada à presença de falhas e erros cometidos em sua estrutura oriunda dos déficits na utilização de produtos de má qualidade, dos erros nas etapas de projeto e execução das construções das rodovias, das inadequações nas escolhas de conservação e das deficiências nas aplicações de manutenções preventivas, de modo que comprometem tanto o conforto dos usuários, quanto o desempenho da estrutura durante a sua via útil.

Para Rocha e Costa (2010), complementam ainda que os defeitos e as irregularidades nos pavimentos flexíveis são provocados pelas elevadas cargas deslocadas, pelas altas velocidades e pelas ações do tráfego, de modo que, provoca o consumo e a deterioração da estrutura e o aparecimento de anomalias nos veículos, visto que, esses problemas resultam em maiores custos operacionais, em desgastes dos pneus, em substituições de peças e gastos elevados com o aumento do consumo de combustíveis.

Maia (2012) destaca que as causas para o surgimento de defeitos podem estar relacionadas a diversos fatores, como seleção e dosagem inadequada de materiais, erros de

projeto, problemas durante a execução ou até mesmo pela adoção de técnicas inadequadas para a correção dos existentes, o que ocasionar em novas incidências.

### 3.4. Soluções e Manutenções

Em decorrência as deteriorações nos pavimentos flexíveis, as manifestações patológicas provenientes dos defeitos nos revestimentos asfálticos são oriundas dos afundamentos, dos desgastes, dos buracos ou panelas, dos escorregamentos, das ondulações ou corrugações, entre outros.

Para Almeida (2013) destacam-se os serviços referentes à conservação das rodovias, de forma a aplicar operações designadas para manter as características operacionais dessas estruturas. Assim sendo, de acordo com as especificações da norma DNER-TER 0279, é cabível a aplicação de manutenção e de técnicas de reparos para corrigir quaisquer surgimentos e/ou proliferações de manifestações patológicas nos pavimentos flexíveis das rodovias (DNIT, 2006).

Segundo Bernucci (2008) para a restauração de afundamentos e ondulações recomenda-se a aplicação da técnica de fresagem e recapeamento estrutural. A fresagem é uma operação de corte do revestimento asfáltico existente em um trecho de via ou de outra camada do pavimento para a restauração da qualidade ao rolamento da superfície ou como melhoramento da capacidade de suporte, para realizar a fresagem faz-se necessário o uso de máquinas especiais, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Fresagem do pavimento



Fonte: Gewehr (2017).

Conforme mostra a Figura 8, o recapeamento estrutural é a construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento existente, incluindo geralmente uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo seguida de uma camada com espessura uniforme (Yoshizane, 2006).

Figura 8 - Recapeamento



Fonte: Prefeitura Cajamar (2017).

Segundo o DNIT (2006), para a recuperação da manifestação patológica do tipo panelas e desgastes são feitos, geralmente, através de remendos, um corte com ângulo de 90° com a superfície. Após o corte é realizada a imprimação de todo o local, selando as trincas. Por fim, é aplicado o novo pavimento asfáltico, obtendo a recuperação superficial ou profunda. As principais causas para o surgimento dessas patologias são pela: trincas de fadiga (processo que ocorre devido ao acúmulo das solicitações do tráfego ao longo do tempo); desintegração localizada na superfície do pavimento; deficiência na compactação; umidade excessiva em camadas de solo; falha na imprimação, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 - Remendo em pavimentos



Fonte: Cava (2018).

Com base no Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005), as aplicações de técnicas de auxiliam em obras de conservação e, principalmente, na recuperação de rodovias com pavimento flexível destacam além dos serviços de limpeza periódicos e capinação, o uso de recapeamento, de selagem de trincas, da execução de pinturas asfálticas leves, de fresagem, do emprego de lama asfáltica e do emprego de micro revestimentos.

## 4 CONCLUSÃO

De acordo com a análise de pesquisa, constatou-se que a maioria das manifestações patológicas que ocorrem nos pavimentos flexíveis estão relacionadas a presença de falhas e erros gerados em sua estrutura, das quais apresentam deformações estruturais e funcionais ao pavimento, que surgem devido ao excesso de peso, intenso fluxo de carros e motocicletas, decorrentes da má qualidade de materiais utilizados, falhas na execução e intempéries climáticas, dos quais comprometem a vida útil do pavimento.

Observou-se que a vida útil de um pavimento flexível é estimada para 10 anos, com manutenções adequadas e periódicas, porém, no Brasil ainda há a escassez de manutenções corretas, com isso, grande parte das manifestações patológicas se alastram. Vale ressaltar que a falta de fiscalização, tanto nos processos construtivos quanto na utilização, a dificuldade de ampliação das vias, o excesso de peso transportado também são fatores que influenciam no excesso de patologias existentes.

Destaca-se que conhecer e saber detectar as manifestações patológicas de maneira correta é primordial para o plano de ação que será desenvolvido para a sua recuperação, bem como identificar as técnicas de recuperação para as vias. As duas principais soluções apontadas no estudo acontecem na qualidade dos materiais no momento da pavimentação e também na manutenção das estradas, por isso a suma importância.

Dessa maneira, com o objetivo de prolongar a vida útil dos pavimentos flexíveis, enfatizamos a necessidade em reconhecer as patologias, descrever os diagnósticos viáveis e dispor das manutenções preventivas e corretivas mais adequadas. A correção de tais patologias irá permitir que a vida útil das vias se prolongue, assim, assegurando a segurança, economia dos usuários e condições de rolagem.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. D. **Avaliação funcional e estrutural do pavimento flexível no segmento monitorado de Itapoá**. 2017. 183 folhas. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

ALBANO, J. F. **Efeitos dos excessos de carga sobre a durabilidade de pavimentos**. 2005. 232 fls. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

ALMEIDA, L. C. **Técnicas de Conservação e de Reabilitação para Pequenas Reparações de Pavimentos Rodoviários**. 2013. 129 fls. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil: Geotecnia e Ambiente - Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2013.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica**. 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

BERNUCCI, L.L.B. **Nota Técnica [1] - Parecer Técnico sobre a Reavaliação da Concepção das Alternativas de Pavimento para as Pistas Principais do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro – Lote 1**. Rio de Janeiro, 2013.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3ª ed. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 2008.

CAVA, F. **Conheça as atividades de manutenção em pavimentos: Além da Inércia**, 2018. Disponível em: < <https://alemdainercia.com/2018/11/14/conheca-as-atividades-de-manutencao-em-pavimentos/> >. Acesso em: 12 de outubro de 2023.

CAVALCANTE, A. A. **Patologia em pavimentos flexíveis**. 2021. 41 fls. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2021.

CNT. Confederação Nacional de Transporte. **Pesquisa CNT aponta 58,2% das rodovias com problemas**. Pesquisa CNT de Rodovias 2016. 2016. Disponível em: < <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/pesquisa-cnt-aponta-58-das-rodovias-com-problemas> >. Acesso em: 18 de outubro de 2023.

CNT. Confederação Nacional de Transporte. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Pesquisa CNT de Rodovias 2017. 2017. Disponível em: < <https://cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-divulga-estudo-por-que-pavimento-rodovias-brasil-nao-duram-resultados> >. Acesso em: 18 de outubro de 2023.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. IPR/DNIT/ABNT, Publicação 720. Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT. **Diretoria de Planejamento e Pesquisa; Coordenação geral de estudos e pesquisa; Instituto de Pesquisas Rodoviárias**. Manual de Conservação Rodoviária. Rio de Janeiro, 2005.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 005/2003 – TER: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

GEWEHR, J. **Fresagem fina e microfresagem: Asfalto de qualidade**. 2017. Disponível em: < <http://asfaltodequalidade.blogspot.com/2017/09/fresagem-fina-e-microfresagem.html> >. Acesso em: 12 de outubro de 2023.

JACQUES, G. E. **Análise Mecanística-Empírica de um Pavimento Dimensionado pelo Método do DNER: Estudo de Caso da Duplicação da Rodovia RSC-287 em Santa Cruz**



**do Sul**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Santa Cruz do Sul. Rio Grande do Sul, 2015.

MAIA, I. M. C. **Caracterização de Patologias em Pavimentos Rodoviários**. 2012. 97 fls. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil (Especialização em Vias de Comunicação) - Universidade do Porto. Portugal, 2012.

Mapa da Obra. **Pavimento rígido: solução para corredores de ônibus**. Votorantim Cimentos. 2016. Disponível em: <<https://www.blogdoead.com.br/tag/vida-na-universidade/tc-c-referencia-abnt>>. Acesso em: 12 de outubro de 2023.

MEDINA, J.; MOTTA, L. **Mecânica dos Pavimentos**. 3a edição ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015.

PALHARINI, D. Z.; SOUSA, J. M. V. **Análise das principais manifestações patológicas em pavimentos flexíveis - Estudo de caso na cidade de Jataí-GO**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário UMA. Goiânia, 2022.

PINTO, J. I. B. R. **Caracterização superficial de pavimentos rodoviários**. 2003. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil: Vias de Comunicação - Universidade do Porto. Portugal, 2003.

Prefeitura de Cajamar. **Prefeito inicia obras de recapeamento asfáltico no Guaturinho**. Cajamar Prefeitura. 2017. Disponível em: <<https://cajamar.sp.gov.br/noticias/2017/05/24/prefeitura-inicia-obras-de-recapamento-asfaltico-no-guaturinho/>>. Acesso em: 12 de outubro de 2023.

ROCHA, R. S.; COSTA, E. A. L. **Patologias de Pavimentos Asfálticos e suas Recuperações - Estudo de Caso da Av. Pinto de Aguiar**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Salvador, Bahia, 2010.

SILVA, S. B.; PINHEIRO, E. C. N. M. **Patologias em Pavimentos Flexíveis - Estudo de Caso: Rua dos Andradas, no centro de Manaus – AM**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Nilton Lins. Manaus, 2021.

YOSHIZANE, H. P. **Defeitos, manutenção e reabilitação de Pavimentos Asfálticos**. São Paulo: UNICAMP, 2006.



# **CAPÍTULO V**

---

## **ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO CONCRETO RECICLADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL**

João Evangelista Frota Filho  
Bruna Barbosa Matuti Mafra

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica ampla sobre a utilização do concreto reciclado e destacar suas aplicações, vantagens, desafios e regulamentações, buscando identificar as principais tecnologias de reciclagem do concreto, mensurar as propriedades mecânicas e a durabilidade do concreto reciclado, estudar as regulamentações e normas relacionadas à sua aplicação e fornece recomendações práticas para o acolhimento bem-sucedido do concreto reciclado em projetos de construção civil. Diante desse cenário, é possível constatar a viabilidade e o potencial do uso de concreto reciclado na construção civil no Brasil, comprovando os benefícios ambientais e econômicos. Foi observado que a implementação dessa prática pode ter um grande impacto na sustentabilidade da indústria da construção, ao diminuir a necessidade de recursos naturais e reduzir os impactos ambientais causados pela produção de concreto tradicional. Portanto, podemos concluir que o estudo reforça a importância de considerar o concreto reciclado como uma alternativa viável e promissora, encorajando sua implementação em projetos futuros.

**Palavras-chave:** Concreto reciclado; Meio ambiente; Obras de concreto.

## 1 INTRODUÇÃO

O concreto reciclado, também conhecido em outras regiões como cascalho, concreto de entulho ou agregado reciclado, reaparece como uma alternativa viável que está intrínseca aos princípios da sustentabilidade e se destaca no panorama da redução do impacto ambiental e da eficiência de recursos relacionado ao presente (Brasileiro; Matos, 2015). No concreto fresco, há duas formas de reciclar o concreto que ainda não endureceu, a primeira ocorre por meio do uso de aditivo estabilizador para reduzir a velocidade de hidratação da mistura e, assim, prolongar o tempo do insumo em estado fresco, a segunda opção consiste em utilizar equipamentos específicos para lavar o material com água sob pressão. Essa lavagem forçada separa o cimento das demais partículas e resulta naquilo que chamamos de agregado recuperado (CBIC, 2018).

O concreto reciclado é obtido através da trituração de concreto proveniente de demolições, reformas e resíduos de construção, este material, uma vez reciclado, pode mostrar um grande potencial para substituir, parcial ou integralmente, os agregados naturais na produção de novos concretos (Butler, 2006). Para reciclar esse material são empregados britadores que trituram a mistura seca, o processo costuma ser realizado nas instalações das empresas recicladoras ou em grandes canteiros de obras, o insumo triturado resulta naquilo que conhecemos como agregado reciclado e está normalizado pela ABNT NBR 15.116:2021 para uso em concretos não estruturais, ele é misturado a agregados de concreto virgem, água, areia e cimento para fazer uma nova mistura fresca, como ainda não existem especificações exatas sobre as aplicações do material, o concreto reciclado costuma ser usado como camada de base em projetos de construção ou seja,

ainda é um recurso limitado à execução de pavimentações, calçadas e peças menores (EQUILOCO, 2019).

A dúvida central desta pesquisa reside na necessidade de compreender e apreciar profundamente como o concreto reciclado pode ser empregado de maneira produtiva e sustentável na engenharia civil. Isso inclui aspectos relacionados à qualidade, durabilidade, normas e regulamentações, bem como os desafios práticos enfrentados por profissionais da construção e legisladores no uso desse material. Este trabalho justifica-se pela relevância gradativa da adoção de práticas sustentáveis na construção civil, que visam não apenas a redução dos impactos ambientais, mas também promoção da eficiência dos processos construtivos e a economia de recursos. O estudo sobre a utilização do concreto reciclado oferece informações valiosas para profissionais do setor, pesquisadores e formuladores de políticas interessados em promover práticas mais sustentáveis na construção civil.

Nesse sentido, o alvo desta pesquisa é realizar uma revisão bibliográfica ampla sobre o tema da utilização do concreto reciclado na construção civil e destacar suas aplicações, vantagens, desafios e regulamentações. Mais especificamente, buscou-se identificar as principais tecnologias de reciclagem do concreto, mensurar as propriedades mecânicas e a durabilidade do concreto reciclado, estudar as regulamentações e normas relacionadas à sua aplicação e fornece recomendações práticas para o acolhimento bem-sucedido do concreto reciclado em projetos de construção civil.

## **2 METODOLOGIA**

Neste trabalho serão abordados todos os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo-se os procedimentos necessários e úteis para realizar estudo descritivo sobre a utilização do concreto reciclado na construção civil, mostrando questões econômicas, ambientais, vantagens e desvantagens da utilização dele, mostrando as principais tecnologias de reciclagem do concreto, mostrando sua durabilidade e aplicação.

Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza básica. Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. Com intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa descritiva. A pesquisa foi realizada no período de 2001 a 2023. Como métodos de exclusão, utilizaram-se os seguintes fatores: artigos em língua estrangeira e artigos incompletos. Para obtenção dos dados necessários, foi utilizada os artigos científicos retirados das bases de dados indexadas: Scientific Electronic Library Online, (SciELO) e Google Acadêmico. Para a seleção dos materiais, foram empregadas as seguintes palavras-chaves: “concreto reciclado”, “meio ambiente” e “obras de concreto”.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Noções de concreto reciclado estrutural e não estrutural

Para iniciarmos o tema, precisamos ter a definição exata a respeito de concreto reciclado, com base na Resolução CONAMA nº 307/2002. Para isto, vamos usar a definição de acordo com a norma ABNT 15116 que denomina agregado reciclado como, material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção classe A, com características técnicas para aplicação em obras de engenharia (ABNT 15116:2021, p.2).

Nessa definição incluem subcategorias específicas, conforme explicado nas seções 3.6 a 3.8 da referida norma. A subcategoria 3.6 é chamada de “agregado reciclado cimentício” (ARCI), que é principalmente composta por materiais cimentícios diversos, como concreto, argamassa e blocos pré-moldados de concreto, podendo incluir pequenas quantidades de cerâmica vermelha. A subcategoria 3.7 refere-se ao “agregado reciclado de concreto” (ARCO), que é composto principalmente por resíduos de concreto. Finalmente, a subcategoria 3.8 é conhecida como “agregado reciclado misto” (ARM), composta por uma combinação de materiais cimentícios, como concreto, argamassa, blocos pré-moldados de concreto, e materiais cerâmicos, como blocos e telhas de cerâmica vermelha. Essa categorização minuciosa possibilita uma especificação mais exata e apropriada do tipo de agregado reciclado a ser empregado em diferentes ambientes de construção (ABNT NBR 15116: 2021).

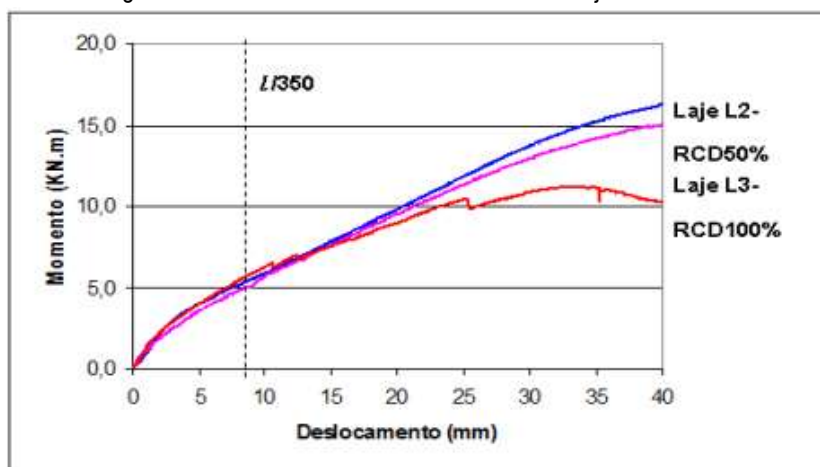
#### 3.1.1 Concreto reciclado estrutural

Segundo Silva (2012), o agregado, comumente considerado um material inerte e empregado no concreto principalmente por questões de custo, desempenha um papel fundamental que vai além da mera economia financeira. Ao contrário do que se pensa, o agregado, quando adicionado à massa de cimento, melhora a estabilidade dimensional e a durabilidade do concreto em comparação com a pasta de cimento pura (Cordeiro *et al.*, 2017).

Um estudo feito por Aragão (2007), focou no comportamento de lajes de concreto reciclado substituindo 50% e 100% dos agregados convencionais com resistência à compressão inferior a 25 MPa (FCK= 25 MPa). Os resultados mostraram que o comportamento destas mesmas lajes foi comparável ao das lajes feitas com agregados naturais. Tal comportamento foi observado para deslocamentos abaixo do desvio limite definido na ABNT NBR 6118:2023, critério que considera a aceitabilidade sensorial das vibrações sentidas no piso. A curva momento x deslocamento apresentada na Figura 1 destaca a semelhança de comportamento das lajes de concreto reciclado em relação às lajes de agregados naturais, este resultado mostra a viabilidade técnica de agregados graúdos e miúdos reciclados de

obras de construção e demolição na produção de concreto estrutural de média resistência (Aragão, 2007).

Figura 1 - Gráfico momento x deslocamento das lajes ensaiadas.



Fonte: Aragão (2007).

A importância de uma investigação separada dos agregados justifica-se pelo fato de 75% do volume total de betão ser baseado nestes componentes, o que demonstra a importância crítica da sua qualidade, como indica Levy (2001).

Essa constatação destaca a praticidade da incorporação de agregados reciclados em aplicações estruturais de concreto, mostrando que resultados satisfatórios podem ser alcançados mesmo com a substituição completa dos agregados convencionais.

### 3.1.2 Concreto reciclado não-estrutural

O uso de concreto reciclado não estrutural é fundamental na construção, sendo utilizado em áreas não essenciais das edificações, que requerem menos durabilidade. Este concreto é feito reciclando resíduos de concreto, os quais são britados e peneirados para alcançar o tamanho de partícula adequado (Angulo, 2005). Ainda segundo este autor, a adequada granularidade do agregado reciclado é crucial para a produção desse tipo de concreto, e é alcançada através da britagem e peneiramento dos resíduos de concreto.

## 3.2 Origens do concreto reciclado

O processo de obtenção geralmente envolve a demolição de estruturas de concreto, incluindo fundações, tabuleiros e as próprias edificações (Martins, 2019). De acordo com Fernandes (2015), a utilização do betão (concreto) reciclado obtido a partir da reciclagem de resíduos de demolição e construção surge como uma solução promissora. Porém, nem todos os resíduos de construção gerados possuem as propriedades básicas necessárias para formar agregados de concreto reciclado. Por isso a ABNT NBR 15114:2004 estabelece, alinhada com a Resolução CONAMA 307/02, que apenas os resíduos sólidos dos tipos A e

B possuem propriedades mecânicas básicas. De acordo com o Quadro 1, os resíduos ou peças que podem ser reciclados ou recicladas incluem.

Quadro 1 - Classificação dos tipos de resíduos da construção civil.

TIPOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL		
CLASSE	CARACTERÍSTICAS	MATERIAIS DERIVADOS DE:
A	RESÍDUOS QUE PODEM OU SERÃO REUTILIZÁVEIS COMO AGREGADOS SUBSTITUTOS	1) INFRAESTRUTURA: Demolições, reformas, reparos de pavimentação ou solos provenientes de obras de terraplenagem urbanas e rurais. 2) EDIFICAÇÕES: Demolições, reparos, blocos de concreto, materiais cerâmicos (telhas, tijolos, azulejos, placas de revestimento. etc...), resíduos de argamassas, entre outros. 3) PROCESSOS DE FABRICAÇÃO: Fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, meios-fios e outros), tubulações, resinas, colas, tinturas, fiações elétricas e etc.
B	RECICLÁVEIS PARA APLICAÇÕES FORA DO CONTEXTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	Plásticos; Papel; Papelão; Metais; Vidros; Madeiras e outros.
C	SEM TECNOLOGIAS OU APLICAÇÕES ECONOMICAMENTE VIÁVEIS PARA A RECICLAGEM/RECUPERAÇÃO	Gesso
D	RESÍDUOS PERIGOSOS/NOCIVOS VINDOS DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO	Tintas; Solventes; Óleos; Amianto; contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas; Instalações industriais etc.

Fonte: Conama, nº 307 (2002).

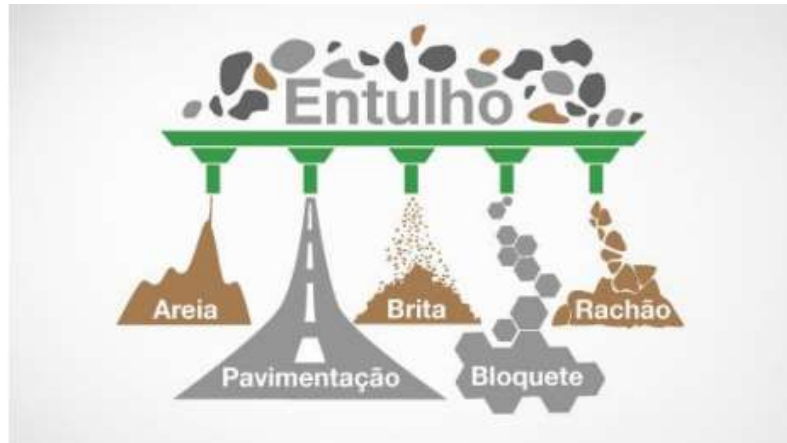
### 3.3 Fabricação do concreto reciclado

O agregado reciclado é um material granular que é produzido a partir do processamento de resíduos de construção de alta qualidade, e é conhecido por ter propriedades técnicas adequadas para ser utilizado em diversos projetos de engenharia. Seu conteúdo é melhorado com o agregado composto, feito pela mistura planejada de agregado reciclado com agregado natural e/ou britado (ABCERAM, 2019).

A separação da parte mineral dos Resíduos de Construção e Demolição (RCDs), seguida pela trituração até alcançar o tamanho de partícula desejado, é a abordagem mais comum no tratamento desses resíduos, de acordo com Ulsen (2011). Após ser triturado, o concreto reciclado pode ser reutilizado ao ser misturado com agregados novos. Este método tem como objetivo unir a durabilidade do concreto reciclado com a excelência dos materiais novos, tornando viável sua utilização em diferentes atividades no local da construção. Essa combinação é usada em várias situações e desempenha um papel crucial em projetos de construção e outras aplicações (Silva; Malheiros; Campos, 2013), conforme mostra a Figura 2.



Figura 2 - Processo de transformação do entulho em concreto reciclado.



Fonte: PR+ ARQUITETURA (2022).

Esta heterogeneidade deve-se a diversas influências, incluindo as propriedades do betão original do qual são derivados, os sistemas de britagem utilizados no processo de reciclagem e até a presença de aditivos. Todos estes fatores contribuem para a diversidade de propriedades dos agregados de concreto reciclado, o que afeta muito a sua utilização e eficácia em projetos de construção. Portanto, compreender e abordar esta heterogeneidade é essencial para garantir o uso bem-sucedido de agregados reciclados em diversas aplicações de construção (Fernandes, 2015).

Essa combinação é feita para permitir a adaptação da distribuição granulométrica, ajustando-se às propriedades específicas do agregado e às características do produto final a ser fabricado com esse material, essa prática não apenas reduz o impacto ambiental do descarte de resíduos, mas também promove a sustentabilidade na indústria da construção, encorajando a reutilização de materiais e a otimização de recursos (QUALITAB, 2020).

A proporção de agregado graúdo está entre 70-90% do peso total do concreto original, e a fração graúda possui distribuição granulométrica, o que o torna adequado para uso em quase todos os tipos de projetos, bem como na produção de novos tipos de concreto. Os agregados superficiais apresentam uma textura rugosa devido à argamassa de cimento aderida a eles. A densidade do material reciclado é semelhante à densidade do concreto original e ligeiramente inferior à do agregado inicialmente utilizado (5-10% menos) (Silva; Baltar, 2019).

O concreto reciclado geralmente tem uma densidade menor que o concreto normal. Por exemplo, a substituição de 100% de agregado graúdo por material reciclado pode levar a uma redução de densidade de cerca de 10-20%. Contudo, é importante ressaltar que a substituição de até 30% do agregado convencional por material reciclado geralmente não afeta significativamente a resistência à compressão do concreto novo. Completo, ou seja, a substituição de 100% do agregado pode resultar em queda de 10-20% na resistência à compressão (Silva; Alves, 2021).

### 3.4 Vantagens e desvantagens

O concreto antigo não apenas é desagradável à vista, mas também ocupa espaço de maneira desnecessária, podendo atrapalhar o andamento da construção. Se o concreto antigo não for reutilizado, será descartado em aterros sanitários, o que terá um impacto negativo no meio ambiente. A escolha do método de reciclagem é determinada pelas características das peças de concreto, como seu tamanho e forma (SIENGE, 2023) e de acordo com o Quadro 2. Ainda segundo o autor, a reciclagem do concreto não só evita que ele seja despejado em aterros, mas também auxilia significativamente na redução dos custos de construção.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do uso de concreto reciclado.

<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
Custo-benefício	Custo alto na implantação de usinas de reciclagem
Agregados mais leves	Fácil absorção de água, podendo prejudicar sua aplicabilidade
Sustentabilidade	Teor de contaminantes
Diferentes aplicações	Forma dos grãos do agregado
Acessibilidade	Heterogeneidade

Fonte: Santana et al., (2011)

#### 3.4.1 Vantagens

O concreto reciclado é feito a partir de materiais minerais provenientes da demolição de edifícios, que passam por um processo de transformação e são adicionados à produção de concreto como parte dos agregados. Esta prática envolve a substituição de componentes convencionais de brita ou pedra natural britada. Usar concreto reciclado feito de concreto velho quebrado, resíduos de alvenaria e tijolos quebrados adiciona uma variedade de cores, tornando-o um elemento de design fascinante na arquitetura (Leite, 2001).

É crucial avaliar os benefícios globais da reciclagem de concreto para promover o desenvolvimento sustentável, considerando o impacto ambiental significativo da produção de concreto, especialmente na fabricação de cimento, conforme enfatizado por Angulo et al. (2001). A reciclagem traz benefícios como a redução dos custos de transporte, a utilização mais eficiente do espaço nos aterros sanitários e uma grande diminuição da pegada ambiental com a redução da poluição causada pelos resíduos de demolição. Além disso, foi observada uma diminuição na procura pela extração de novos materiais em pedreiras, como demonstrado por Brasileiro e Matos (2015).

### 3.4.2 Desvantagens

Embora o concreto reciclado ofereça diversas vantagens ambientais e econômicas, também apresenta algumas desvantagens que precisam ser consideradas na construção civil. Aqui estão algumas das desvantagens associadas à utilização de concreto reciclado:

- a) **Menor Resistência Mecânica:** O concreto reciclado apresenta uma desvantagem significativa devido à menor resistência mecânica em comparação ao concreto tradicional. Autores como Leite (2001) e Cordeiro *et al.* (2017) defendem essa limitação à diferença na composição dos materiais reciclados, o que reduz a qualidade do agregado e, conseqüentemente, diminui o desempenho da estrutura.
- b) **Possíveis Contaminantes:** Butler *et al.* (2006) cita a desvantagem que deve ser considerada na utilização do concreto reciclado na engenharia civil que está relacionada à presença de possíveis impurezas. Durante a demolição e a reciclagem, há o risco de substâncias indesejadas, como materiais orgânicos, produtos químicos ou outras impurezas, entrarem nos resíduos.
- c) **Desafios na Padronização:** Um desafio com o uso de concreto reciclado na engenharia civil é a falta de padrões uniformes para sua produção e aplicação. A falta de normas consolidadas pode criar obstáculos importantes à adoção em larga escala deste material. (Butler *et al.*, 2006).
- d) **Custo Inicial Potencialmente Maior:** Em alguns casos, os procedimentos adicionais necessários para a seleção e preparação dos materiais podem levar a custos iniciais mais altos (Mesquita *et al.*, 2015). A avaliação econômica mencionada pode impactar a viabilidade financeira do uso de concreto reciclado em projetos particulares, sendo necessário examinar minuciosamente os benefícios ambientais em relação aos custos financeiros.

### 3.5 Utilizações do concreto reciclado na construção

Aragão (2007) afirma que pode ser utilizado em diversas situações como pavimentos, edifícios residenciais com resistência à compressão (fck) inferior a 20 MPa, e elementos de concreto como tubos, lajes e blocos. De acordo com a ABRASFE (2018), uma característica que determina o uso do concreto reciclado na engenharia civil é sua resistência. O betão pode ser usado em uma variedade de situações construtivas porque é resistente e versátil. O concreto antigo, caso não seja reaproveitado, ele acabará sendo enviado para aterros sanitários, causando prejuízos ao meio ambiente. Entretanto, é possível reciclar e reutilizar o concreto, resultando em economia de espaço e dinheiro (SIENGE, 2023).

### 3.5.1 Exemplos de usos do concreto reciclado no Brasil

Segundo Santana *et al* (2011), no país, algumas prefeituras, como Belo Horizonte e municípios do interior de São Paulo, estão implementando a reciclagem de resíduos de construção e demolição como uma forma de lidar com o aumento do volume de entulho, que se tornou um problema significativo nas grandes cidades brasileiras. Na cidade de Guarulhos, localizada no interior do estado de São Paulo, o condomínio Villaggio Maia é um exemplo de práticas sustentáveis ao reciclar por completo um piso de concreto, com uma área total de 12.500 m<sup>3</sup>. Santana *et al*. (2011) cita que os materiais obtidos foram utilizados para produzir blocos de fundação, concreto para paredes, lajes, molduras de janelas e outros elementos pré-fabricados, como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Demolição do piso existente no terreno da Obra do condomínio Villaggio Maia.



Fonte: Santana et al., (2011)

### 3.6 Impactos ambientais causados por resíduos de concreto de construção

Apesar de ser o material de construção mais usado no mundo, o concreto também é um dos principais fatores que contribuem para as mudanças climáticas. Segundo dados da IBRACON (2020), o impacto ambiental está intimamente ligado aos processos de combustão química e térmica utilizados na fabricação do cimento, que é um componente essencial do concreto, estes processos emitem grandes quantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera.

No entanto, à medida que se tornou uma necessidade social, começou a ter impactos ambientais significativos, observou-se que a indústria da construção civil consome entre 15% e 50% de todos os recursos extraídos da natureza, tornando-se o maior consumidor individual de recursos naturais (Paulo; Coelho, 2017). Complementando, Degani (2003) argumentam

em sua tese que o descarte informal, caracterizado pelo tratamento inadequado dos resíduos, abrange não apenas os despejos clandestinos em estradas e locais públicos, mas também espaços abertos, vales e quintais. Estes depósitos ilegais, muitas vezes feitos secretamente, desrespeitam as leis ambientais e transformar-se-ão em aterros clandestinos.

Siqueira (2016), destaca os efeitos ambientais da destinação ilegal de resíduos sólidos, incluindo o crescimento de organismos tóxicos com impacto biológico na saúde humana e a poluição visual que afeta a qualidade do ambiente urbano. Para mitigar esses efeitos, é essencial regular os sistemas de geração de resíduos, seguindo diretrizes sustentáveis e ambientais, como mencionado por Gonçalves e Haubrick (2020). Isso é crucial para reduzir os efeitos negativos da eliminação inadequada de resíduos sólidos e promover um ambiente mais higiênico e limpo para as gerações futuras.

## 4 CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou entender a relevância e os desafios associados à utilização do concreto reciclado na construção civil no Brasil. Foi observado que a revisão bibliográfica proporcionou uma visão abrangente e atualizada do uso de concreto reciclado, incluindo suas aplicações práticas, benefícios ambientais e desafios associados, a análise do estudo forneceu uma compreensão aprofundada das propriedades mecânicas e da durabilidade do concreto reciclado, revelando resultados promissores, como resistência mecânica adequada e durabilidade satisfatória em diferentes condições.

Os pontos fortes incluem a capacidade de identificar tecnologias de reciclagem eficazes e os benefícios ambientais decorrentes da redução da pegada de carbono, juntamente com o aproveitamento mais eficiente dos recursos naturais.

No entanto, algumas limitações foram observadas, a falta de normativas específicas para orientar a aplicação segura e eficaz do concreto reciclado na construção civil brasileira foi identificada como uma área que requer mais pesquisa e desenvolvimento. Além disso, a revisão destaca a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o comportamento do betão em condições específicas, considerando diferentes tipos de resíduos e métodos de reciclagem. Essas descobertas contribuem para o entendimento do desempenho do concreto reciclado em condições específicas.

Em relação às regulamentações, a análise apontou a falta de diretrizes mais detalhadas e abrangentes para guiar a utilização segura e eficiente do concreto reciclado na indústria da construção no Brasil. Esta falta de regulamentação destaca a necessidade de uma abordagem regulatória mais forte para assegurar a segurança e a consistência do desempenho do concreto reciclado de acordo com os padrões da construção civil no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- ABCERAM. **Informações técnicas – Definição e classificação**. 2019. Disponível em: <<https://abceram.org.br/definicao-e-classificacao>>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- ABRASFE. **Método da Maturidade do Concreto: Ensaio Auxiliar para Fases Construtivas Críticas**. 2018. Disponível em <[https://abrasfe.org.br/wp-content/uploads/2023/06/metodo\\_maturidade\\_concreto.pdf](https://abrasfe.org.br/wp-content/uploads/2023/06/metodo_maturidade_concreto.pdf)>. Acesso em 24 de outubro de 2023.
- ANGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico dos concretos**. 2005. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ARAGÃO, G. A. **Análise estrutural de lajes pré-moldadas produzidas com concreto reciclado de construção e demolição**. 2007. 126 f. Dissertação (Mestrado em estruturas) – Programa de Pós-graduação em Engenharia civil. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2007.
- ARQUITETURA, P. **Descartes de resíduos – como fazer de forma consciente**. 2022. Disponível em: <<https://prmaisarquitectura.com.br/descartes-de-residuos-como-fazer-de-forma-consciente/>>. Acesso em: 27 nov. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114: Áreas de reciclagem — Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116: Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland — Requisitos e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto —** Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Revista Cerâmica. v.61, n.358, pp. 178-189, PiauÍ, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/8v5cGYtby3Xm3Snd6NjNdtQ/?lang=pt>. Acesso em 23 nov. 2023
- BUTLER, A. M.; PRADO, D. M.; CORRÊA, MÁRCIO. R. S.; MÁRCIO, A. R. **Blocos estruturais de concreto com agregados reciclados de concreto: caracterização das propriedades físicas**. Anais do ENTAC, p. 3540-3549, 2006.
- CBIC. **Reciclagem do concreto é uma alternativa sustentável ao descarte**. 2018. Disponível em: <<https://cbic.org.br/reciclagem-do-concreto-e-uma-alternativa-sustentavel-ao-descarte/>> Acesso em: 20 de novembro de 2023.



CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Brasília: Diário oficial da República Federativa do Brasil, 2002.

CORDEIRO, L. N. P.; MASUEIRO, A. B.; MOLIN, D. C. C.; SOUZA, P. S. L.; PAES, I. N. L. **Avaliação de processos de misturas de concretos com agregados graúdos reciclados**. Ambiente Construído, Porto Alegre v. 17, n. 3, p. 255-265, Rio Grande do Sul, jun./set. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000300174>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/Kv6kpVVQHJCgQYYKq3BgZCp/?lang=pt>. Acesso em 23 nov. 2023

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. 2003. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

EQUILOLOC. **Quais as vantagens do concreto reciclado para a construção civil?**. 2019. Disponível em: <https://locadoraequiloc.com.br/blog/quais-as-vantagens-do-concreto-reciclado-para-a-construcao-civil/>. Acesso em: 05 nov. 2023.

FERNANDES, B. C. **A utilização de resíduos da construção civil e demolição – RCD – como agregado para o concreto**. 2015. 68f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil) – Centro Universitário de Formiga – UNIFOR, Formiga, 2015.

GONÇALVES, J. R. M.; HAUBRICK, S. C. O. de P. **Medidas de redução de geração de resíduos sólidos na construção civil como atendimento dos requisitos de sustentabilidade do PBQP-H/SIAC**. Revisão Augustus | ISSN: 1981-1896 | Rio de Janeiro | v.25 | n. 50 | p. 12-32 | mar./jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.15202/1981896.2020v25n50p12>. Disponível em: <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/511>. Acesso em 23 nov. 2023

IBRACON. **Impactos ambientais do concreto usado no Brasil**. 2020. Disponível em: [https://site.ibracon.org.br/Site\\_revista/Concreto\\_Construcoes/Concreto\\_blog/press-releases/concretousinado/](https://site.ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/Concreto_blog/press-releases/concretousinado/). Acesso em: 22 nov. 2023.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LEVY, S. M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, 2001.

MARTINS, P.H. S. **Procedimentos e projeto de demolições para edificações em concreto armado**. 2019. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

MEHTA, P.K., MONTEIRO, P.J.M. **Concreto – Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2008. 782 f. Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), 2ª ed., São Paulo, 2008.

MESQUITA, L. C.; D'ALMEIDA D. A. I. C.; CÂNDIDO, E. S.; CATHOUD, G. A. **Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação**. Viçosa. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 10, n. 3, p. 30-40, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5216/reec.v10i3.32651>. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/reec/article/view/32651/19500>>. Acesso em 23 nov. 2023.

PAULO, E. E. de O.; COELHO, J. M. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil**. Revista Espacios. ISSN 0798 1015, v. 38, n. 18, p. 31, 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n18/a17v38n18p31.pdf>>. Acesso em 13 nov. 2023.

QUALITAB. **Qual a importância do reaproveitamento de resíduos na construção civil?**. 2020. Disponível em: <<https://blog.qualitab.com.br/reaproveitamento-de-residuos/>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SANTANA, V. M.; PAES, F. P.; SANTANA, D. S.; CERQUEIRA, M. B. S.; SILVA, F. G. S.; ARAGÃO, H. G. **Utilização de concreto reciclado na aplicação de elementos estruturais**. 2011. Anais do XV Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e do XI Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação, p. 1-6, 2011. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2011/anais/arquivos/0246\\_0254\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0246_0254_01.pdf)> Acesso em 20 nov. 2023.

SIENGE. **Reciclagem de Concreto: é possível? Como funciona o processo?**. 2022. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/reciclagem-de-concreto-e-possivel-como-funciona-o-processo/>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SILVA, D. A. E. **Estudo da influência do índice de forma do graúdo nas propriedades mecânicas do concreto**. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, 2012.

SILVA, E. A.; BALTAR, A. B. O. **Utilização do concreto reciclado como agregado graúdo**. 2019. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil - Uni EVANGÉLICA, Anápolis, 2019.

SILVA, J. D.; ALVES, M. F. **Concreto reciclado: Estudo sobre a utilização de resíduos de construção e demolição como agregado**. 2021. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil - Uni EVANGÉLICA, Anápolis, 2021.

SILVA, N. C.; MALHEIROS, R.; CAMPOS, A. C.; **“A reciclagem e o destino final dos resíduos sólidos de construção e demolição produzidos no município de Goiânia”**, 2013. 8 f. IV Cong. Bras. Gestão Ambiental., Salvador. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/III-034.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

SIQUEIRA, F. B. **Influência da adição de resíduo sólido industrial nas propriedades de tijolos solo-cimento**. Revista Cerâmica, São Paulo, v. 62, n. 363, São Paulo, jul./set. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0366-69132016623631969>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ce/a/GLxbrbkDMpocrm6jvKwMvn4v/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

ULSEN, C., **Caracterização e separabilidade de agregados miúdos produzidos a partir de resíduos de construção e demolição**. 2011. 239 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, 2011.



# **CAPÍTULO VI**

---

## **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E EFICIÊNCIA TEMPORAL NA SUBSTITUIÇÃO DE BLOCO CERÂMICO POR TIJOLO DE SOLO-CIMENTO EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS**

Samuel Leite de Matos  
Bruna Barbosa Matuti Mafra

## RESUMO

A pesquisa se concentra na avaliação de custos, vantagens, desvantagens e na revisão bibliográfica para categorizar as características dos tijolos de solo-cimento. Também envolve a extração de informações de orçamentos para calcular o custo médio por metro quadrado e a análise do tempo de obra para identificar reduções significativas no processo de construção. Os tijolos convencionais têm um impacto ambiental significativo devido ao alto consumo de recursos naturais, enquanto os tijolos ecológicos oferecem uma alternativa mais sustentável, utilizando materiais renováveis como solo, cimento e água. A metodologia combina abordagens qualitativas e quantitativas, envolvendo uma pesquisa descritiva e uma revisão bibliográfica abrangente. O estudo almeja oferecer informações valiosas para profissionais da construção civil, evidenciando não apenas os aspectos econômicos e ambientais, mas também destacando seu potencial para redução significativa do tempo de construção em obras residenciais, incentivando a adoção de práticas mais sustentáveis e eficientes no setor.

**Palavras-chave:** Tijolo ecológico; Tijolo cerâmico; Tijolo solo-cimento; Orçamento; Economia; Tempo de obra; Comparativo.

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento urbano e econômico, encontra-se diante de desafios significativos relacionados aos impactos ambientais provocados pelo consumo excessivo de recursos naturais e pela geração de resíduos. Nesse contexto, destaca-se que a indústria da construção civil representa entre 20% e 50% do consumo de insumos naturais, sendo responsável por aproximadamente 2/3 da extração de madeira na sociedade contemporânea (Silva, 2015).

Para Pinto (2015), ao abordar a importância dos materiais de construção, enfatiza que a escolha do tipo de tijolo desempenha um papel crucial na busca por práticas mais sustentáveis e na redução desses impactos. Destaca-se, portanto, a relevância da utilização de tecnologias ecologicamente corretas, como é o caso da aplicação de solo-cimento na produção de tijolos e blocos para alvenaria. Silva (2015) aponta os tijolos convencionais, pela demanda energética elevada e utilização intensiva de recursos naturais, como causadores de significativa poluição e resíduos. Diante desse cenário, os tijolos ecológicos surgem como uma alternativa notável, sendo produzidos com materiais naturais e renováveis, como solo, cimento e água, promovendo assim um menor impacto ambiental (Pinto, 2015).

A busca por práticas construtivas mais sustentáveis, se alinhando com a conscientização acerca da necessidade de preservar o meio ambiente, pode apresentar vantagens econômicas, demandando menos mão de obra, menos materiais e menos etapas no processo de construção, resultando em um potencial custo final reduzido (Pinto, 2015). Destaca-se que há uma concepção equivocada de que práticas sustentáveis são inviáveis economicamente em comparação com métodos convencionais (Jonh, 2019).



Este estudo visa explorar a viabilidade econômica dos tijolos de solo-cimento em construções residenciais, com foco na comparação direta com tijolos cerâmicos. O objetivo principal é analisar os custos, identificar vantagens e desvantagens, e determinar o valor médio por metro quadrado. Para atingir esses objetivos, será priorizada a avaliação da economia real proporcionada pelo uso de tijolos ecológicos, estabelecendo uma média percentual de economia comparativa.

Simultaneamente, será conduzida uma revisão bibliográfica detalhada para levantar dados de tempo de obra a fim de identificar a redução real em dias e o percentual de redução no tempo total de uma obra com tijolos de solo-cimento quando comparado aos tijolos cerâmicos. Posteriormente, será crucial extrair informações de orçamentos presentes nos estudos para calcular o valor médio do metro quadrado para construções com tijolos ecológicos.

## **2 METODOLOGIA**

Este estudo se baseia em uma pesquisa de natureza básica, utilizando uma abordagem quali-quantitativa para alcançar seus objetivos. Foi conduzida uma pesquisa descritiva para compreender a problemática na área de estudo.

A pesquisa se fundamenta em uma revisão bibliográfica abrangente, visando coletar dados relevantes, destacando estudos prévios sobre tijolos de solo-cimento e suas comparações com os tijolos convencionais. A análise econômica se apoia em informações extraídas de orçamentos, permitindo uma determinação precisa do valor do metro quadrado. Essa metodologia visa oferecer uma base sólida para analisar a viabilidade econômica e dos tijolos de solo-cimento em construções residenciais.

Para a coleta de dados, a pesquisa abrange o período de 1995 até 2023, começando com a obra “Materiais de Construção: O Uso do Solo-Cimento na Construção Civil”, de Bauer. Artigos em língua estrangeira e trabalhos incompletos foram excluídos para assegurar precisão. Os dados foram obtidos de artigos científicos das bases de dados indexadas SciELO e Google Acadêmico, usando palavras-chave específicas: Tijolo ecológico; Tijolo cerâmico; Tijolo solo-cimento; Orçamento; Economia; Tempo de obra; Comparativo.

A metodologia compreende avaliação dos custos, vantagens e desvantagens do tijolo de solo-cimento; revisão bibliográfica para categorizar suas características; extração de informações de orçamentos para calcular o custo médio por metro quadrado; e levantamento de dados de tempo de obra para identificar redução no tempo de construção.

## 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 3.1 Origem dos tijolos de solo-cimento

A trajetória do solo-cimento na construção civil é profundamente ligada a práticas antigas que remontam a civilizações milenares. A muralha da China, por volta do século III, já fazia uso de uma composição de argila e cal. O solo como material construtivo remonta a culturas antigas, como a grega e a romana, com o emprego de aglomerantes hidráulicos descobertos por volta de 1800 (Bauer, 1995).

No Brasil, a técnica ancestral de construção com solo, como a taipa em Ouro Preto, Diamantina e Paraty, tem suas raízes em influências portuguesas (Souza, 2006). A aplicação do solo-cimento no país teve marcos importantes, destacando-se a construção da primeira obra conhecida em 1945, a casa de bombas no aeroporto de Santarém, Pará (Bauer, 1995). Posteriormente, residências em Petrópolis e o Hospital Adriano Jorge, em Manaus, datam de 1948. Contudo, sua relevância no Brasil deu início por volta de 1978, quando o Banco Nacional da Habitação aprovou sua aplicação em habitações populares (Téchne, 2004).

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) desempenhou um papel crucial na regulamentação do solo-cimento, fortalecendo as pesquisas sobre o processo no Brasil, destaca-se que o solo-cimento, resulta da cura de uma mistura íntima compactada de solo, cimento e água, evidenciando seu caráter sustentável (ABNT NBR 12023:2012). O solo-cimento não apenas surgiu como uma alternativa construtiva eficaz, mas também assumiu um papel relevante na busca por soluções que conciliem eficiência financeira e responsabilidade ambiental.

### 3.2 Identificação das vantagens e desvantagens

A utilização do tijolo de solo-cimento na construção civil tem sido objeto de crescente atenção devido às suas características sustentáveis e econômicas. Reis (2018) destaca a abundância da matéria-prima e a facilidade de fabricação, evidenciando uma construção mais rápida em comparação com o tijolo tradicional. Ao explorar as vantagens desse material, destaca-se a pesquisa de Oliveira (2011), que enfatiza a possibilidade de utilizar solo local, minimizando custos de transporte e promovendo a sustentabilidade. Além disso, a aplicação de uma fina camada de argamassa é suficiente para revestimento, graças à uniformidade das superfícies do tijolo, conforme evidenciado por Reis (2018).

Dentre os benefícios ambientais, destaca-se a ausência de queima durante o processo de fabricação, contribuindo para a redução da emissão de gases poluentes (Motta *et al.*, 2014). Esse aspecto ecoeficiente é ressaltado por Teixeira *et al.* (2012), que aponta

a redução no consumo de energia, especialmente quando a compactação é realizada manualmente. Silva (2005) ainda destaca a durabilidade do tijolo de solo-cimento e sua resistência a desgaste.

Uma das grandes vantagens, conforme Reis (2018), é a dispensa de acabamentos como o reboco, sendo recomendada a impermeabilização dos tijolos, especialmente em áreas externas, com verniz ou resina. Além disso, esses tijolos são mais resistentes do que os tradicionais. Fraga *et al.* (2015) ressaltam que a utilização do tijolo de solo-cimento proporciona valorização do imóvel, conforto térmico no interior da residência e, devido à formação de dutos condutores para a rede elétrica e hidráulica, não ocasiona a quebra das paredes.

Na Figura 1, é possível identificar dutos, esses permitem que o ar fique em constante movimento dentro das paredes, proporcionando conforto térmico em dias quentes e frios, isolando e protegendo a parede de ruídos externos. Além das camadas termoacústicas, os dutos formam condutores para redes elétrica e hidráulica, reduzindo o desperdício e o acúmulo de resíduos.

Figura 1 – Furos nos tijolos que formam dutos.



Fonte: Autor (2023).

Entretanto, mesmo diante das inúmeras vantagens, é importante pontuar as desvantagens associadas ao tijolo de solo-cimento. Motta *et al.* (2014) salienta a possibilidade de processos erosivos decorrentes da extração inadequada do solo, ressaltando a importância de estudos prévios sobre o tipo de solo a ser utilizado. Além disso, Fraga *et al.* (2015) alerta para a necessidade de conhecimento técnico, indicando que a falta de familiaridade com o material pode levar a escolhas equivocadas.

A resistência do tijolo de solo-cimento à umidade é abordada por Gusmão *et al.* (2021), destacando a atenção necessária à impermeabilização para evitar custos adicionais na obra. A falta de padronização entre fabricantes também é apontada como uma desvantagem por Motta *et al.* (2014), alertando para variações nas dimensões que podem impactar na execução da construção.

### 3.3 Comparação de orçamentos: enfoque em alvenaria e revestimento

#### 3.3.1 Estudo de Portela (2017)

Com base na pesquisa de Portela (2017), foram examinados dois orçamentos distintos, um baseado em tijolos cerâmicos furados com 10cm de espessura e outro em tijolos de solo-cimento. Conforme Figura 2, os orçamentos abarcaram as fases de alvenaria e revestimento.

Figura 2 – Comparativo de custo entre alvenaria de tijolo solo-cimento e tijolo cerâmico - Orçamentos de Portela (2017).

PROJETO DE CASA POPULAR						
ANÁLISE COMPARATIVA ALVENARIA TIJOLO SOLO-CIMENTO E TIJOLO CERÂMICO						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
<b>1 ALVENARIA</b>						
1.1	ALV-TIJ-025	Alvenaria de tijolo cerâmico furado E= 10cm, a revestir	m²	124,48	38,55	4798,704
1.2	CIN-BLD-005	Cintamento em bloco de concreto E=10cm, a revestir, portante tipo "U"	m	45,9	10,74	492,966
<b>Subtotal</b>						5291,67
<b>2 REVESTIMENTO</b>						
2.1	REV-CHA-010	Chapisco com argamassa 1:3 cimento e areia, a peneira (interno e externo)	m²	248,96	8,52	2121,139
2.2	REV-REB-005	Reboco com argamassa 1:7, Cimento e Areia (interno e externo)	m²	248,96	30,97	7710,291
<b>Subtotal</b>						9831,43
<b>3 PINTURA</b>						
3.1	PIN-EMA-011	Emassamento de paredes com 1 demão de massa PVA (interno e externo)	m²	248,96	11,18	2783,373
3.2	PIN-ACR-005	Pintura Acrílica, em paredes, 2 demãos sem massa corrida, exclusive fundo selador (interno e externo)	m²	248,96	15,18	3779,213
<b>Subtotal</b>						6562,586
<b>VALOR ESTIMADO DA OBRA: R\$21.685,69</b>						
<b>VALOR DO BDI: 30%: R\$6.505,70</b>						
<b>VALOR ESTIMADO DA OBRA: R\$28.191,39</b>						
<b>TOTAL: VINTE E OITO MIL, CENTO E NOVENTA E UM REAIS, TRINTA E NOVE CENTAVOS</b>						
PROJETO DE CASA POPULAR						
ANÁLISE COMPARATIVA ALVENARIA TIJOLO SOLO-CIMENTO E TIJOLO CERÂMICO						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT. R\$	PREÇO TOTAL R\$
<b>1 ALVENARIA</b>						
1.1	MERCADO	Alvenaria de tijolo solo-cimento modular simples (12,5x25x7cm) Esp. 12,5 cm com 1/2 tijolo	m²	124,48	52,20	6497,856
<b>Subtotal</b>						5784,75
<b>2 PINTURA</b>						
2.1	MERCADO	Aplicação de resina acrílica impermeabilizante multiuso incolor	m²	248,96	1,49	370,9504
2.2	PIN-VER-005	Verniz acrílico, 2 demãos, sobre alvenaria ou concreto	m²	248,96	15,87	3950,995
<b>Subtotal</b>						4321,946
<b>VALOR ESTIMADO DA OBRA: R\$10.086,70</b>						
<b>VALOR DO BDI 30%: R\$3.026,01</b>						
<b>VALOR ESTIMADO DA OBRA: R\$: 13.112,71</b>						
<b>TOTAL: TREZE MIL, CENTO E DOZE REAIS, SETENTA E UM CENTAVOS</b>						

Fonte: Portela (2017).

Os detalhes dos resultados revelaram discrepâncias significativas nos custos associados às diferentes escolhas. Enquanto os tijolos cerâmicos demandaram um investimento considerável na fase de revestimento, incluindo etapas como chapisco, reboco, massa corrida e pintura acrílica, totalizando um custo expressivo de R\$ 28.191,39 com

a aplicação de um BDI de 30%, os tijolos de solo-cimento seguiram uma rota diferente. Por não requererem revestimento adicional, pulou-se diretamente para a etapa de pintura, resultando em um custo total consideravelmente inferior de R\$ 13.112,71, mantendo o mesmo BDI.

Ao considerar a economia nas diferentes etapas, verifica-se que, na fase de alvenaria, os tijolos cerâmicos inicialmente parecem mais vantajosos, com uma diferença aproximada de R\$ 473,08 em relação aos tijolos de solo-cimento. No entanto, quando se analisa o contexto do revestimento, a economia dos tijolos de solo-cimento é clara, eliminando completamente os gastos nesta etapa.

Na fase de pintura, os custos para os tijolos cerâmicos totalizaram R\$ 6.562,58, enquanto para os tijolos de solo-cimento, o montante foi de R\$ 3.950,99, evidenciando uma economia direta de R\$ 2.611,59 ao optar pelos tijolos de solo-cimento. Essa discrepância representa uma redução expressiva de aproximadamente 40% nos gastos específicos com pintura, favorecendo claramente a escolha dos tijolos de solo-cimento.

Ao ponderar o montante total dos orçamentos, a adoção dos tijolos de solo-cimento resultou em uma economia substancial de cerca de 53,5% em comparação com os tijolos cerâmicos, o que representa uma diferença de aproximadamente R\$ 15.078,68.

### 3.3.2 Estudo de Debus (2019)

De acordo com o estudo conduzido por Debus (2019), a comparação entre o uso de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm com 9cm de espessura e tijolos de solo-cimento na construção revelou diferenças significativas nos orçamentos. O orçamento empregando os blocos cerâmicos totalizou R\$ 39.936,11, sendo R\$ 15.814,37 para alvenaria e R\$ 24.121,74 para revestimento, incluindo diversos elementos como chapisco, massa única, fundo selador, lixamento e pintura, de acordo com a Figura 3.

Figura 3 – Custos de alvenaria e revestimento – Tijolo cerâmico – Orçamentos de Debus (2019).

CÓD.SINAPI	ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	P. UNIT	TOTAL R\$
	<b>1.0</b>	<b>ALVENARIA</b>				<b>15.814,37</b>
87507	1.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19C M2 (ESPESSURA 9 CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	322,94	48,97	15.814,37
	<b>2.0</b>	<b>REVESTIMENTOS</b>				<b>24.121,74</b>
87871	2.1	CHAPISCO APLICADO SOMENTE EM ESTRUTURAS DE CONCRETO EM ALVENARIAS INTERNAS, COM DESEMPENADEIRA DENTADA. ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	501,70	14,70	7.374,99



87547	2.2	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10 MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	501,70	14,70	7.374,99
88485	2.3	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	501,70	1,58	792,69
88495	2.4	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	501,70	6,41	3.215,90
88489	2.5	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	501,70	10,69	5.363,17
	3.0	<b>TOTAL GERAL</b>				<b>R\$ 39.936,11</b>

Fonte: Debus (2019).

Por outro lado, conforme demonstrado na Figura 4, o uso de tijolos de solo-cimento resultou em um orçamento total de R\$ 34.150,51, com a maior parte dos gastos (R\$ 28.680,30) direcionada à alvenaria, e o restante (R\$ 5.470,21) para o revestimento, incluindo gesso e pintura. Vale destacar que a inclusão do revestimento interno nos tijolos de solo-cimento aumentou os custos em 19,07%. Portanto, a análise detalhada conduzida por Debus (2019) demonstra que a escolha dos tijolos de solo-cimento, em comparação aos blocos cerâmicos, resultou em uma economia financeira considerável de 14,49%, equivalente a R\$ 5.785,60 em valores absolutos.

Figura 4 – Custos de alvenaria e revestimento – Tijolo de solo-cimento.

CÓD.SINAPI	ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	P. UNIT	TOTAL R\$
	1.0	<b>ALVENARIA</b>				<b>28.680,30</b>
Mercado	1.1	ALVENARIA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO (12,5 X 25X 7 CM)	m <sup>2</sup>	322,94	88,81	28.680,30
	2.0	<b>REVESTIMENTOS</b>				<b>5.470,21</b>
87413	2.1	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES DE AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10M <sup>2</sup> , ESPESSURA DE 0,5 CM. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	253,02	10,93	2.765,46
88489	2.2	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	253,02	10,69	2.704,74
	3.0	<b>TOTAL GERAL</b>				<b>R\$ 34.150,51</b>

Fonte: Debus (2019).

### 3.3.3 Estudo de Miranda et al (2022)

O estudo conduzido por Miranda *et al.* (2022) analisa detalhadamente os custos relacionados à alvenaria e revestimento ao comparar o uso de blocos cerâmicos furados com tijolos de solo-cimento. Conforme a Figura 5, os blocos cerâmicos de 9x19x19cm, com 9cm de espessura, resultaram em um custo total de R\$ 40.584,12, distribuídos entre R\$ 15.951,98 para alvenaria e R\$ 24.632,14 para o revestimento, englobando várias etapas como chapisco, reboco, massa corrida e pintura acrílica.



Figura 5 – Quantitativo de materiais da alvenaria convencional - Orçamentos de Miranda *et al.* (2022).

ITEM	CÓD. DO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1.0		<b>ALVENARIA</b>	m <sup>2</sup>			<b>15.951,98</b>
1.1	103328	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm <sup>2</sup> (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m <sup>2</sup> sem vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m <sup>2</sup>	193,17	82,58	15.951,98
2.0		<b>REVESTIMENTOS</b>	m <sup>2</sup>			<b>24.632,14</b>
2.1	87871	Chapisco aplicado somente em estruturas de concreto em alvenarias internas, com desempenadeira dentada. Argamassa industrializada com preparo manual	m <sup>2</sup>	386,34	13,47	5.203,10
2.2	87547	Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400l, aplicada manualmente em faces internas de paredes. Espessura de 10mm com execução de taliscas	m <sup>2</sup>	386,34	23,01	8.889,68
2.3	88485	Aplicação de fundo selador acrílico em paredes, uma demão	m <sup>2</sup>	386,34	2,94	1.135,84
2.4	88495	Aplicação de lixamento de massa látex em paredes, uma demão	m <sup>2</sup>	386,34	10,32	3.987,03
2.5	88489	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos	m <sup>2</sup>	386,34	14,02	5.416,49
3.0		<b>Total geral</b>				<b>40.584,12</b>

Fonte: Miranda *et al.* (2022).

Por outro lado, a adoção de tijolos de solo-cimento de dimensões 12,5x25x7,5cm implicou em um orçamento total de R\$ 34.135,34. Dentro desse montante, R\$ 28.718,86 foram alocados para a alvenaria, enquanto R\$ 5.416,48 foram destinados ao revestimento, de acordo com a Figura 6. Os custos associados à alvenaria foram 44,65% menores ao utilizar os blocos cerâmicos em comparação com tijolos de solo-cimento. No entanto, em relação ao revestimento, os tijolos de solo-cimento resultaram em uma economia significativa de 78,03% em comparação com os gastos associados aos blocos cerâmicos.

Figura 6 – Quantitativo de preços da alvenaria em Tijolo Ecológico.

ITEM	CÓD. DO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	CUSTO TOTAL (R\$)
1.0		<b>ALVENARIA</b>	m <sup>2</sup>			
1.1	Mercado	Alvenaria de tijolo solo-cimento (12,5x25x7,5 CM)	m <sup>2</sup>	193,17	148,63	28.718,86
2.0		<b>REVESTIMENTOS</b>	m <sup>2</sup>			
2.1	88486	Aplicação manual de resina em paredes, duas demãos	m <sup>2</sup>	386,34	14,02	5.416,48
3.0		<b>TOTAL GERAL</b>	m <sup>2</sup>			<b>34.135,34</b>

Fonte: Miranda *et al.* (2022).

A pesquisa revelou que a utilização de tijolos de solo-cimento representou uma economia de 15,89%, resultando em uma redução de R\$ 6.448,78 em comparação com os blocos cerâmicos. Os estudos revelam que, apesar dos tijolos cerâmicos terem custos iniciais mais baixos na fase de alvenaria, os de solo-cimento oferecem uma economia substancial na etapa de revestimento, eliminando camadas adicionais. Essa diferença resulta em reduções de custo que variam de 14% a mais de 50% ao se considerar apenas alvenaria e revestimento, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Comparação de orçamentos: enfoque em alvenaria e revestimento.

Orçamentos	Item	Valores Alvenaria + revestimento		Economia em R\$	Economia em %
		Tijolo cerâmico	Tijolo Ecológico		
Estudo de Portela (2017)	Alvenaria	R\$ 5.291,67	R\$ 5.764,75	R\$ -473,08	-8,94%
	Revestimento	R\$ 9.831,43	R\$ 3.950,99	R\$ 5.880,44	59,81%
	Pintura	R\$ 6.562,58	-	R\$ 6.562,58	100%
	<b>Valor total + (30% de BDI):</b>	<b>R\$ 28.191,39</b>	<b>R\$ 13.112,71</b>	<b>R\$ 15.078,68</b>	<b>53,49 %</b>
Estudo de Debus (2019)	Alvenaria	R\$ 15.814,37	R\$ 28.680,30	R\$ -12.865,93	-81,35%
	Revestimento	R\$ 24.121,74	R\$ 5.470,21	R\$ 18.651,53	77,32%
	<b>Valor total:</b>	<b>R\$ 39.936,11</b>	<b>R\$ 34.150,51</b>	<b>R\$ 5.785,60</b>	<b>14,49 %</b>
Estudo de Miranda et al. (2022)	Alvenaria	R\$ 15.951,98	R\$ 28.718,86	R\$ -12.766,88	-80,03%
	Revestimento	R\$ 24.632,14	R\$ 5.416,48	R\$ 19.215,66	78,01%
	<b>Valor total:</b>	<b>R\$ 40.584,12</b>	<b>R\$ 34.135,34</b>	<b>R\$ 6.448,78</b>	<b>15,89 %</b>

Fonte: Autor (2023).

### 3.4 Comparação de orçamentos: enfoque em alvenaria, revestimento e supraestrutura

#### 3.4.1 Estudo de Vier et al. (2017)

Vier *et al.* (2017) conduziram um estudo comparativo entre tijolos cerâmicos furados e tijolos ecológicos de solo-cimento, focando especificamente nos aspectos de alvenaria, revestimento e supraestrutura. A análise dos orçamentos revelou discrepâncias notáveis entre os dois métodos construtivos em diversas etapas. Conforme demonstrado na Figura 7, ao focar na alvenaria, os tijolos cerâmicos apresentaram um custo de R\$ 6.520,08, enquanto os tijolos ecológicos atingiram o valor de R\$ 8.648,68.

Figura 7 - Orçamento de Bloco Cerâmico 9 furos - Orçamentos de Vier *et al.* (2017).

<b>BLOCO CERÂMICO 9 FUROS</b>		<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Total</b>
87521	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19CM (ESPESSURA 11,5CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	115,42	56,49	6520,08
COMPOSIÇÃO MODIFICADA	CINTA DE AMARRAÇÃO DE ALVENARIA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO. AF_03/2016	m	42,30	46,67	1974,14
93186	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. A F_03/2016	m	6,15	40,60	249,69
93187	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	2,25	46,90	105,53
93188	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	7,00	37,00	259,00
87904	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	238,09	6,64	1580,92
87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	m²	88,30	39,38	3477,25
87545	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MENOR QUE 5M², ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	26,33	19,07	502,11
87548	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	123,14	18,32	2255,92
89170	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS, MEIA PAREDE, OU PAREDE INTEIRA, PLACAS GRÊS OU SEMI-GRÊS DE 20X20 CM, PARA EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÕES PÚBLICAS PADRÃO. AF_11/2014	m²	26,33	50,70	1334,93
88483	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR LÁTEX PVA EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	m²	211,44	2,08	439,80
88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m²	211,44	10,26	2169,37
<b>TOTAL</b>					<b>20868,74</b>

Fonte: Vier *et al.* (2017).

No âmbito do revestimento, enquanto os primeiros demandaram um total de R\$ 11.760,30, os segundos necessitaram de um montante significativamente menor, totalizando R\$ 3.348,72, de acordo com a Figura 8.

Figura 8 - Orçamento Tijolo Ecológico.

<b>TIJOLO ECOLÓGICO (7,5 X 15 X 30cm)</b>		<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Total</b>
COMPOSIÇÃO CRIADA	ASSENTAMENTO DE TIJOLO ECOLOGICO COM ARGAMASSA DUN DUN+ REJUNTE	m <sup>2</sup>	100,17	86,34	8648,68
COMPOSIÇÃO CRIADA	GRAUTEAMENTO HORIZONTAL E VERTICAL COM AÇO 8MM E AMARRAÇÕES ENTRE PAREDES	m <sup>3</sup>	1,34	1618,76	2169,14
89170	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS, MEIA PAREDE, OU PAREDE INTEIRA, PLACAS GRÊS OU SEMI-GRÊS DE 20X20 CM, PARA EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÕES PÚBLICAS PADRÃO. AF_11/2014	m <sup>2</sup>	26,33	50,70	1334,93
84677	VERNIZ SINTÉTICO BRILHANTE EM CONCRETO OU TIJOLO, DUAS DEMAOS	m <sup>2</sup>	209,77	9,6	2013,79
<b>TOTAL</b>					<b>14166,54</b>

Fonte: Vier *et al.* (2017).

A análise se estendeu à supraestrutura, onde os valores também apresentaram divergências marcantes. Os tijolos cerâmicos demandaram um custo de R\$ 2.588,36 para esta etapa, enquanto os tijolos ecológicos atingiram um valor de R\$ 2.169,14. Ao somar os valores de todas as etapas analisadas, os tijolos cerâmicos totalizaram R\$ 20.868,74, enquanto os tijolos ecológicos totalizaram R\$ 14.166,54, revelando uma diferença financeira significativa de R\$ 6.702,20. Essa discrepância resulta em uma economia expressiva de 32,12% ao optar pelo uso de tijolos ecológicos em comparação com os cerâmicos. As descobertas consistentemente destacam a notável economia gerada pelo uso dos tijolos de solo-cimento, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação de orçamentos: enfoque em alvenaria e revestimento e supraestrutura.

Orçamento de Vier <i>et al.</i> (2017)	Valores alvenaria + revestimento + Supraestrutura		Economia em R\$	Economia em %
	Tijolo cerâmico	Tijolo Ecológico		
<b>Alvenaria</b>	R\$ 6.520,08	R\$ 8.648,68	-R\$ 2.128,60	-32,65 %
<b>Estrutural</b>	R\$ 2.588,36	R\$ 2.169,14	R\$ 419,22	16,20 %
<b>Revestimento</b>	R\$ 11.760,30	R\$ 3.348,72	R\$ 8.411,58	71,53 %
<b>Valor total:</b>	<b>R\$ 20.868,74</b>	<b>R\$ 14.166,54</b>	<b>R\$ 6.702,20</b>	<b>32,12%</b>

Fonte: Autor (2023).

### 3.5 Comparação de orçamentos: enfoque em materiais e mão de obra

#### 3.5.1 Estudo de Ciceri (2016)

A análise comparativa entre a utilização de alvenaria com tijolos cerâmicos maciços e tijolos de solo-cimento para a construção de uma residência padrão revelou importantes diferenças em termos de viabilidade econômica. Ciceri (2016) conduziu um estudo minucioso, destacando os custos envolvidos em ambos os métodos.



De acordo com a Figura 9, os valores para a alvenaria com tijolos cerâmicos maciços totalizaram R\$ 42.185,84, sendo R\$ 28.349,80 em materiais e R\$ 13.836,03 em mão de obra. Em contrapartida, a opção por alvenaria com tijolos de solo-cimento apresentou um custo total de R\$ 38.198,01, divididos em R\$ 29.187,73 para materiais e R\$ 9.010,28 para mão de obra, assim demonstrado na Figura 10.

Os tijolos de solo-cimento geraram uma economia de cerca de R\$ 837,93 nos materiais (2,96% menos que tijolos cerâmicos) e uma redução expressiva de aproximadamente R\$ 4.825,75 na mão de obra (34,87% menos que tijolos cerâmicos), devido à execução simplificada e menor consumo de argamassa.

Figura 9 - Planilha orçamentária com alvenaria de tijolos cerâmicos maciços - Orçamentos de Ciceri (2016).

ITEM	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	CUSTOS UNITÁRIOS			TOTAIS		
				M. OBRA	MATERIAL	CUST. UNIT.	M. OBRA	MATERIAL	CUSTO TOTAL
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>								
1.1	LOCAÇÃO DA OBRA	M2	46,62	R\$ 3,04	R\$ 3,69	R\$ 6,73	R\$ 141,72	R\$ 172,02	R\$ 313,74
<b>TOTAL DO ITEM 1 - SERVIÇOS PRELIMINARES</b>							<b>R\$ 141,72</b>	<b>R\$ 172,02</b>	<b>R\$ 313,74</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAÇÃO</b>								
2.1	FORMA PARA FUNDAÇÃO TIPO RADIER	M2	2,74	R\$ 26,13	R\$ 46,16	R\$ 72,29	R\$ 71,60	R\$ 126,47	R\$ 198,07
2.2	TELA DE AÇO	M2	46,62	R\$ 0,84	R\$ 7,50	R\$ 8,34	R\$ 39,16	R\$ 349,46	R\$ 388,62
2.3	CONCRETAGEM RADIER E IMPERMEABILIZAÇÃO	M3	4,66	R\$ 28,63	R\$ 385,58	R\$ 414,21	R\$ 133,47	R\$ 1.797,58	R\$ 1.931,06
<b>TOTAL DO ITEM 2 - FUNDAÇÃO</b>							<b>R\$ 244,23</b>	<b>R\$ 2.273,52</b>	<b>R\$ 2.517,75</b>
<b>3</b>	<b>ALVENARIA</b>								
3.1	ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS	M2	98,88	R\$ 27,75	R\$ 27,34	R\$ 55,09	R\$ 2.743,92	R\$ 2.703,22	R\$ 5.447,14
3.2	VERGAS PARA JANELAS	M	6,00	R\$ 8,85	R\$ 31,15	R\$ 40,00	R\$ 53,10	R\$ 186,92	R\$ 240,02
3.3	VERGAS PARA PORTAS	M	7,00	R\$ 9,09	R\$ 27,23	R\$ 36,32	R\$ 63,63	R\$ 190,63	R\$ 254,26
3.4	CONTRAVERGA PARA JANELAS	M	6,00	R\$ 2,79	R\$ 20,50	R\$ 23,29	R\$ 16,74	R\$ 123,02	R\$ 139,76
<b>TOTAL DO ITEM 3 - ALVENARIA</b>							<b>R\$ 2.877,39</b>	<b>R\$ 3.203,79</b>	<b>R\$ 6.081,18</b>
<b>4</b>	<b>COBERTURA</b>								
4.1	LAJE PRE-MOLDADA PARA FORRO BANHEIRO	M2	4,28	R\$ 15,56	R\$ 45,53	R\$ 61,09	R\$ 66,52	R\$ 194,65	R\$ 261,17
4.2	FORRO PVC	M2	42,35	R\$ 18,08	R\$ 28,50	R\$ 46,58	R\$ 765,60	R\$ 1.206,68	R\$ 1.972,28
4.3	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA	UN	10,00	R\$ 223,02	R\$ 450,53	R\$ 673,55	R\$ 2.230,20	R\$ 4.505,27	R\$ 6.735,47
4.4	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA TIPO PORTUGUESA COM 2 ÁGUAS	M2	60,84	R\$ 4,65	R\$ 23,47	R\$ 28,12	R\$ 282,91	R\$ 1.428,05	R\$ 1.710,95
<b>TOTAL DO ITEM 4 - COBERTURA</b>							<b>R\$ 3.345,22</b>	<b>R\$ 7.334,64</b>	<b>R\$ 10.679,87</b>
<b>5</b>	<b>ESQUADRIAS</b>								
5.1	JANELA TIPO MAXIM AR EM ALUMÍNIO	M2	0,48	R\$ 31,67	R\$ 435,12	R\$ 466,79	R\$ 15,20	R\$ 208,86	R\$ 224,06
5.2	JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO	M2	5,76	R\$ 51,74	R\$ 393,46	R\$ 445,20	R\$ 298,02	R\$ 2.266,33	R\$ 2.564,35
5.3	PORTA DE MADEIRA SEMI-OCA 80x210cm	UN	4,00	R\$ 8,63	R\$ 536,69	R\$ 545,32	R\$ 34,52	R\$ 2.146,74	R\$ 2.181,26
5.4	PORTA DE MADEIRA SEMI-OCA 90x210cm	UN	1,00	R\$ 9,54	R\$ 564,41	R\$ 573,95	R\$ 9,54	R\$ 564,41	R\$ 573,95
<b>TOTAL DO ITEM 5 - ESQUADRIAS</b>							<b>R\$ 357,28</b>	<b>R\$ 5.186,34</b>	<b>R\$ 5.543,62</b>
<b>6</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICA E HIDROSSANITÁRIA</b>								
6.1	PONTO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTO ELÉTRICO	UN	3,00	R\$ 4,51	R\$ 133,71	R\$ 138,22	R\$ 13,53	R\$ 401,13	R\$ 414,66
6.2	PONTO DE ILUMINAÇÃO E TOMADA	UN	8,00	R\$ 4,51	R\$ 135,11	R\$ 139,62	R\$ 36,08	R\$ 1.080,92	R\$ 1.117,00
6.3	PONTO DE TOMADA	UN	15,00	R\$ 4,51	R\$ 112,49	R\$ 117,00	R\$ 67,65	R\$ 1.687,39	R\$ 1.755,04
6.4	PONTO DE ÁGUA FRIA	UN	4,00	R\$ 21,40	R\$ 81,00	R\$ 102,40	R\$ 85,60	R\$ 323,98	R\$ 409,58
6.5	TANQUE PARA LAVANDERIA	UN	1,00	R\$ 21,40	R\$ 513,71	R\$ 535,11	R\$ 21,40	R\$ 513,71	R\$ 535,11
6.6	LAVATÓRIO E VASO SANITÁRIO PARA BANHEIRO	UN	1,00	R\$ 21,40	R\$ 125,92	R\$ 147,32	R\$ 21,40	R\$ 125,92	R\$ 147,32
6.7	RESERVATÓRIO 500 LITROS	UN	1,00	R\$ 21,40	R\$ 193,05	R\$ 214,45	R\$ 21,40	R\$ 193,05	R\$ 214,45
6.8	SISTEMA ESGOTO COM FOSSA, FILTRO E SUMIDOURO EM ALVENARIA	UN	1,00	R\$ 654,63	R\$ 487,47	R\$ 1.142,10	R\$ 654,63	R\$ 487,47	R\$ 1.142,10
<b>TOTAL DO ITEM 6 - INSTALAÇÕES ELÉTRICA E HIDROSSANITÁRIA</b>							<b>R\$ 921,69</b>	<b>R\$ 4.813,56</b>	<b>R\$ 5.735,25</b>
<b>7</b>	<b>REVESTIMENTOS</b>								
7.1	MASSA ÚNICA PARA RECEBIMENTO DE PINTURA EM PAREDES INTERNAS	M2	103,16	R\$ 7,60	R\$ 7,63	R\$ 15,23	R\$ 783,98	R\$ 786,56	R\$ 1.570,54
7.2	EMBOÇO PARA PAREDES EXTERNAS	M2	98,88	R\$ 17,38	R\$ 7,50	R\$ 24,88	R\$ 1.718,53	R\$ 741,97	R\$ 2.460,51
7.3	REBOCO PARA PAREDES EXTERNAS	M2	98,88	R\$ 12,69	R\$ 2,50	R\$ 15,19	R\$ 1.254,79	R\$ 247,21	R\$ 1.502,00
7.4	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX TETO BANHEIRO	M2	4,28	R\$ 10,95	R\$ 2,65	R\$ 13,60	R\$ 46,81	R\$ 11,35	R\$ 58,16
7.5	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO	M2	46,62	R\$ 15,87	R\$ 34,97	R\$ 50,84	R\$ 739,86	R\$ 1.630,22	R\$ 2.370,08
7.6	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES BANHEIRO E COZINHA	M2	20,32	R\$ 16,32	R\$ 34,17	R\$ 50,49	R\$ 331,62	R\$ 694,27	R\$ 1.025,89
7.7	PINTURA ESQUADRIAS	M2	17,22	R\$ 9,41	R\$ 4,22	R\$ 13,63	R\$ 162,04	R\$ 72,70	R\$ 234,74
7.8	PINTURA PAREDES	M2	202,04	R\$ 4,07	R\$ 5,81	R\$ 9,88	R\$ 822,28	R\$ 1.173,66	R\$ 1.995,94
<b>TOTAL DO ITEM 7 - REVESTIMENTOS</b>							<b>R\$ 5.859,92</b>	<b>R\$ 5.357,94</b>	<b>R\$ 11.217,86</b>
<b>8</b>	<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>								
8.1	LIMPEZA FINAL DA OBRA	M2	46,62	R\$ 1,90	R\$ 0,17	R\$ 2,07	R\$ 88,58	R\$ 7,99	R\$ 96,57
<b>TOTAL DO ITEM 8 - SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>							<b>R\$ 88,58</b>	<b>R\$ 7,99</b>	<b>R\$ 96,57</b>
<b>TOTAL ORÇAMENTO</b>							<b>R\$ 13.836,03</b>	<b>R\$ 28.349,80</b>	<b>R\$ 42.185,84</b>
<b>TOTAL ORÇAMENTO / M²</b>									<b>R\$ 904,89</b>

Fonte: Ciceri (2016).

Figura 10 - Planilha orçamentária com alvenaria de tijolos cerâmicos maciços.

ITEM	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	CUSTOS UNITÁRIOS			TOTAIS		
				M. OBRA	MATERIAL	CUST. UNIT.	M. OBRA	MATERIAL	CUSTO TOTAL
<b>1 SERVIÇOS PRELIMINARES</b>									
1.1	LOCAÇÃO DA OBRA	M2	46,62	R\$ 3,04	R\$ 3,69	R\$ 6,73	R\$ 141,72	R\$ 172,02	R\$ 313,74
TOTAL DO ITEM 1 - SERVIÇOS PRELIMINARES							R\$ 141,72	R\$ 172,02	R\$ 313,74
<b>2 FUNDAÇÃO</b>									
2.1	FORMA PARA FUNDAÇÃO TIPO RADIER	M2	2,74	R\$ 26,13	R\$ 46,16	R\$ 72,29	R\$ 71,60	R\$ 126,47	R\$ 198,07
2.2	TELA DE AÇO	M2	46,62	R\$ 0,84	R\$ 7,50	R\$ 8,34	R\$ 39,16	R\$ 349,46	R\$ 388,62
2.3	CONCRETAGEM RADIER E IMPERMEABILIZAÇÃO	M3	4,66	R\$ 28,63	R\$ 385,58	R\$ 414,21	R\$ 133,47	R\$ 1.797,58	R\$ 1.931,06
TOTAL DO ITEM 2 - FUNDAÇÃO							R\$ 244,23	R\$ 2.273,52	R\$ 2.517,75
<b>3 ALVENARIA</b>									
3.1	ALVENARIA DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO	M²	98,88	R\$ 7,93	R\$ 60,01	R\$ 67,94	R\$ 784,12	R\$ 5.933,61	R\$ 6.717,73
3.2	VERGAS PARA JANELAS	M	6,00	R\$ 3,16	R\$ 11,24	R\$ 14,40	R\$ 18,96	R\$ 67,44	R\$ 86,40
3.3	VERGAS PARA PORTAS	M	7,00	R\$ 3,28	R\$ 12,22	R\$ 15,50	R\$ 22,96	R\$ 85,56	R\$ 106,52
3.4	CUNHA VERGAS PARA JANELAS	M	6,00	R\$ 3,16	R\$ 8,96	R\$ 12,12	R\$ 18,96	R\$ 54,11	R\$ 72,13
TOTAL DO ITEM 3 - ALVENARIA							R\$ 845,00	R\$ 6.140,38	R\$ 6.985,38
<b>4 COBERTURA</b>									
4.1	LAJE PRE-MOLDADA PARA FORRO BANHEIRO	M2	4,28	R\$ 15,56	R\$ 45,53	R\$ 61,09	R\$ 66,52	R\$ 194,65	R\$ 261,17
4.2	FORRO PVC	M2	42,35	R\$ 18,08	R\$ 28,50	R\$ 46,58	R\$ 765,60	R\$ 1.206,68	R\$ 1.972,28
4.3	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA	UN	10,00	R\$ 223,02	R\$ 450,53	R\$ 673,55	R\$ 2.230,20	R\$ 4.505,27	R\$ 6.735,47
4.4	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA TIPO PORTUGUESA COM 2 ÁGUAS	M2	60,84	R\$ 4,65	R\$ 23,47	R\$ 28,12	R\$ 282,91	R\$ 1.428,05	R\$ 1.710,95
TOTAL DO ITEM 4 - COBERTURA							R\$ 3.345,22	R\$ 7.334,64	R\$ 10.679,87
<b>5 ESQUADRIAS</b>									
5.1	JANELA TIPO MAXIM AR EM ALUMÍNIO	M2	0,48	R\$ 31,67	R\$ 435,12	R\$ 466,79	R\$ 15,20	R\$ 208,86	R\$ 224,06
5.2	JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO	M2	5,76	R\$ 51,74	R\$ 393,46	R\$ 445,20	R\$ 298,02	R\$ 2.266,33	R\$ 2.564,35
5.3	PORTA DE MADEIRA SEMI-OCA 90x210cm	UN	4,00	R\$ 8,63	R\$ 536,69	R\$ 545,32	R\$ 34,52	R\$ 2.146,74	R\$ 2.181,26
5.4	PORTA DE MADEIRA SEMI-OCA 90x210cm	UN	1,00	R\$ 9,54	R\$ 564,41	R\$ 573,95	R\$ 9,54	R\$ 564,41	R\$ 573,95
TOTAL DO ITEM 5 - ESQUADRIAS							R\$ 357,28	R\$ 5.186,34	R\$ 5.543,62
<b>6 INSTALAÇÕES ELÉTRICA E HIDROSSANITÁRIA</b>									
6.1	PONTO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTO ELÉTRICO	UN	3,00	R\$ 4,51	R\$ 105,88	R\$ 110,39	R\$ 13,53	R\$ 317,64	R\$ 331,17
6.2	PONTO DE ILUMINAÇÃO E TOMADA	UN	8,00	R\$ 4,51	R\$ 107,28	R\$ 111,79	R\$ 36,08	R\$ 858,28	R\$ 894,36
6.3	PONTO DE TOMADA	UN	15,00	R\$ 4,51	R\$ 84,66	R\$ 89,17	R\$ 67,65	R\$ 1.269,94	R\$ 1.337,59
6.4	PONTO DE ÁGUA FRIA	UN	4,00	R\$ 21,40	R\$ 53,68	R\$ 75,08	R\$ 85,60	R\$ 214,72	R\$ 300,32
6.5	TANQUE PARA LAVANDERIA	UN	1,00	R\$ 21,40	R\$ 513,71	R\$ 535,11	R\$ 21,40	R\$ 513,71	R\$ 535,11
6.6	LAVATÓRIO E VASO SANITÁRIO PARA BANHEIRO	UN	1,00	R\$ 21,40	R\$ 125,92	R\$ 147,32	R\$ 21,40	R\$ 125,92	R\$ 147,32
6.7	RESERVATÓRIO 500 LITROS	UN	1,00	R\$ 21,40	R\$ 193,05	R\$ 214,45	R\$ 21,40	R\$ 193,05	R\$ 214,45
6.8	SISTEMA ESGOTO COM FOSSA, FILTRO E SUMIDOURO EM ALVENARIA	UN	1,00	R\$ 654,63	R\$ 487,47	R\$ 1.142,10	R\$ 654,63	R\$ 487,47	R\$ 1.142,10
TOTAL DO ITEM 6 - INSTALAÇÕES ELÉTRICA E HIDROSSANITÁRIA							R\$ 921,69	R\$ 3.980,71	R\$ 4.902,40
<b>7 REVESTIMENTOS</b>									
7.1	MASSA ÚNICA PARA RECEBIMENTO DE PINTURA EM PAREDES INTERNAS	M2	103,16	R\$ 7,60	R\$ 7,63	R\$ 15,23	R\$ 783,98	R\$ 786,56	R\$ 1.570,54
7.2	EMBOÇO PARA PAREDES EXTERNAS	M2	-	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
7.3	REBOCO PARA PAREDES EXTERNAS	M2	-	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
7.4	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX TETO BANHEIRO	M2	4,28	R\$ 10,95	R\$ 2,65	R\$ 13,60	R\$ 46,81	R\$ 11,35	R\$ 58,16
7.5	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO	M2	46,62	R\$ 15,87	R\$ 34,97	R\$ 50,84	R\$ 739,86	R\$ 1.630,22	R\$ 2.370,08
7.6	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES BANHEIRO E COZINHA	M2	20,32	R\$ 16,32	R\$ 34,17	R\$ 50,49	R\$ 331,62	R\$ 694,27	R\$ 1.025,89
7.7	PINTURA ESQUADRIAS	M2	11,22	R\$ 9,41	R\$ 4,22	R\$ 13,63	R\$ 162,04	R\$ 72,70	R\$ 234,74
7.8	PINTURA PAREDES	M2	103,16	R\$ 4,07	R\$ 5,81	R\$ 9,88	R\$ 419,84	R\$ 599,25	R\$ 1.019,09
7.9	VERNIZ PAREDES EXTERNAS	M2	98,88	R\$ 5,89	R\$ 3,01	R\$ 8,90	R\$ 582,40	R\$ 297,78	R\$ 880,18
TOTAL DO ITEM 7 - REVESTIMENTOS							R\$ 3.066,56	R\$ 4.092,12	R\$ 7.158,68
<b>8 SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>									
8.1	LIMPEZA FINAL DA OBRA	M2	46,62	R\$ 1,90	R\$ 0,17	R\$ 2,07	R\$ 88,58	R\$ 7,99	R\$ 96,57
TOTAL DO ITEM 8 - SERVIÇOS COMPLEMENTARES							R\$ 88,58	R\$ 7,99	R\$ 96,57
<b>TOTAL ORÇAMENTO</b>							R\$ 9.010,28	R\$ 29.187,73	R\$ 38.198,01
<b>TOTAL ORÇAMENTO / M²</b>									R\$ 819,35

Fonte: Ciceri (2016).

### 3.5.2 Estudo de Azevedo (2023)

Ao comparar a utilização de blocos cerâmicos furados na vertical (14x19x39cm) com tijolos solo-cimento (12,5x25x7cm) na construção de uma casa, conforme estudo proposto por Azevedo (2023), observamos diferenças significativas nos custos, tanto em termos percentuais quanto em valores reais.

Na fase de materiais, a opção de tijolos solo-cimento apresentou um custo de R\$ 18.637,51, enquanto os blocos cerâmicos totalizaram R\$ 24.217,41, de acordo com a Figura 11.



Figura 11 - Orçamento com bloco cerâmico - Orçamentos de Azevedo (2023).

ORÇAMENTO – BLOCO CERÂMICO CONVECIONAL						
Item	Código	Fonte	Descrição	Unidade	Preço Unitário (R\$)	Preço total (R\$)
<b>1. ALVENARIA</b>						
1.1			Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na vertical de 14x19x39cm com vãos e argamassa de assentamento.	m <sup>2</sup>	79,36	18.457,79
1.1.1	87485	SINAPI	Bloco cerâmico de vedação com furos (14x19x39) cm	m <sup>2</sup>	36,58	8.507,89
1.1.2			Argamassa traço 1:2:8	m <sup>2</sup>	5,27	1.225,71
1.1.3			Mão de obra	m <sup>2</sup>	31,17	7.249,62
1.1.4			outros	m <sup>2</sup>	6,34	1.474,58
1.2	87904	SINAPI	Chapisco aplicado em alvenaria com presença de vãos, com colher de pedreiro, traço 1:3 com preparo manual	m <sup>2</sup>	7,59	2.731,73
1.2.1			Materiais	m <sup>2</sup>	3,38	1.216,50
1.2.2			Mão de obra	m <sup>2</sup>	4,21	1.515,23
1.3	87530	SINAPI	Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, prepara manual.	m <sup>2</sup>	33,23	11.959,88
1.3.1			Materiais	m <sup>2</sup>	20,16	7.255,83
1.3.2			Mão de obra	m <sup>2</sup>	13,07	4.704,05
<b>2. PINTURA</b>						
2.1	88415	SINAPI	Aplicação manual de fundo selador acrílico.	m <sup>2</sup>	2,71	975,36
2.1.1			Materiais	m <sup>2</sup>	1,75	629,85
2.1.2			Mão de obra	m <sup>2</sup>	0,96	345,52
2.2	88423	SINAPI	Aplicação manual de pintura com tinta texturizada acrílica em paredes externas de casa, uma cor	m <sup>2</sup>	17,68	2.313,06
2.2.1			Materiais	m <sup>2</sup>	14,57	1.906,18
2.2.2			Mão de obra	m <sup>2</sup>	3,11	406,88
2.3	88489	SINAPI	Aplicação manual de pintura com tinta látex em paredes internas, duas demãos	m <sup>2</sup>	12,49	2.861,25
2.3.1			Materiais	m <sup>2</sup>	8,97	2.054,88
2.3.2			Mão de obra	m <sup>2</sup>	3,52	806,37
<b>RESULTADO (R\$)</b>				Mão de obra	RS 15.027,66	
				Materiais	RS 24.271,41	
				Total	RS 39.299,07	

Fonte: Azevedo (2023).

Isso representa uma economia de aproximadamente R\$ 5.579,90 na aquisição dos materiais, o que corresponde a uma redução de cerca de 23,04%. Já em relação à mão de obra, a utilização de tijolos solo-cimento demandou um gasto de R\$ 14.500,00, enquanto a alvenaria com blocos cerâmicos resultou em R\$ 15.027,66. Aqui, a economia foi de aproximadamente R\$ 527,66, representando uma diminuição de cerca de 3,51% nos custos com mão de obra.

A comparação entre as alvenarias usando tijolos solo-cimento e blocos cerâmicos evidencia uma diferença notável. Conforme a Figura 12, os tijolos solo-cimento totalizaram R\$ 33.137,51, enquanto os blocos cerâmicos atingiram R\$ 39.299,07, gerando uma economia global de aproximadamente R\$ 6.161,56. Essa diferença representa cerca de

15,67% nos custos totais, considerando tanto materiais quanto mão de obra, conforme mostra a Tabela 3, que compara os resultados dos 2 estudos citados acima.

Figura 12 - Orçamento tijolo ecológico - Informações fornecidas pela proprietária do imóvel.

<b>ORÇAMENTO - TIJOLO ECOLÓGICO</b>	
<b>Descrição</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Tijolo Ecológico	16.000,00
Argamassa	516,94
Cimento	800,65
Outros	669,92
Areia	650,00
<b>Total materiais</b>	<b>R\$ 18.637,51</b>
<b>Mão de obra</b>	<b>R\$ 14.500,00</b>
<b>Preço Total</b>	<b>R\$ 33.137,51</b>

Fonte: Azevedo (2023).

Tabela 3 – Comparação de orçamentos: enfoque em materiais e mão de obra.

Orçamentos	Item	<b>Valores materiais + Mão de obra</b>		Economia em R\$	Economia em %
		Tijolo cerâmico	Tijolo Ecológico		
Estudo de Ciceri (2016)	<b>Materiais</b>	R\$ 28.349,80	R\$ 29.187,73	R\$ -837,93	-2,95%
	<b>Mão de obra</b>	R\$ 13.836,03	R\$ 9.010,28	R\$ 4.825,75	34,88%
	<b>Valor total:</b>	<b>R\$ 42.185,84</b>	<b>R\$ 38.198,01</b>	<b>R\$ 3.987,83</b>	<b>9,45%</b>
Estudo de Azevedo (2023)	<b>Materiais</b>	R\$ 24.217,41	R\$ 18.637,51	R\$ 5.579,90	23,04%
	<b>Mão de obra</b>	R\$ 15.027,66	R\$ 14.500,00	R\$ 527,66	3,51%
	<b>Valor total:</b>	<b>R\$ 39.299,07</b>	<b>R\$ 33.137,51</b>	<b>R\$ 6.161,56</b>	<b>15,68%</b>

Fonte: Autor (2023).

### 3.6 Comparação de orçamentos: obras completas

#### 3.6.1 Estudo de Gomes (2017)

A pesquisa de Gomes (2017) comparou os sistemas construtivos de Alvenaria com Blocos Cerâmicos e Tijolo de Solo-Cimento, de acordo com a Figura 13, os custos totais revelaram uma diferença notável, alcançando R\$ 104.612,06 para a alvenaria convencional com blocos cerâmicos e R\$ 94.983,49 para o sistema utilizando tijolo de solo-cimento, ambos com um acréscimo de 25% de BDI.

Figura 13 - Planilha Resumo: Estimativa de custo, bloco cerâmico - Orçamentos de Gomes (2017).

PLANILHA RESUMO: ESTIMATIVA DE CUSTO -ALVENARIA CONVENCIONAL COM BLOCO CERÂMICO				
SERVIÇO			VALOR TOTAL (RS)	% ITEM
1. SERVIÇOS PRELIMINARES	1.1	Serviços técnicos (levantamento topográfico, projetos, especificações, orçamento, cronograma).	1200,00	48,00
	1.2	Despesas iniciais (cópias, licenças, taxas e impostos).	300,00	12,00
	1.3	Instalações provisórias (tapumes, barracão, água, luz, esgoto e placas)	500,00	20,00
	1.4	Máquinas e ferramentas (betoneira, vibrador, serra, bomba, carrinho, guincho).	500,00	20,00
<b>TOTAL DO ITEM 1:</b>			<b>2500,00</b>	<b>100,00</b>
<b>% DOS SERVIÇOS PRELIMINARES EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>				<b>2,99</b>
2. INFRA-ESTRUTURA	2.1	Trabalhos em Terra	1224,00	47,73
	2.2	Fundações (Sapatas e Vigas Baldrames)	1340,34	52,27
	<b>TOTAL DO ITEM 2:</b>			<b>2564,34</b>
<b>% DA INFRA-ESTRUTURA EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>				<b>3,06</b>
3. SUPRAESTRUTURA	3.1	Laje	9909,00	32,77
	3.2	Alvenaria, Pilares e Vigas	20327,32	67,23
	<b>TOTAL DO ITEM 3:</b>			<b>30236,32</b>
<b>% DA SUPRA-ESTRUTURA EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>				<b>36,13</b>
4. REVESTIMENTO, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA	4.1	Revestimentos Internos	5484,25	42,08
	4.2	Azulejos	2271,47	17,43
	4.3	Revestimentos Externos	2495,69	19,15
	4.4	Pintura	2780,00	21,33
	<b>TOTAL DO ITEM 4:</b>			<b>13031,41</b>
<b>% DOS REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>				<b>15,57</b>

5. PAINÉIS	5.1	Esquadrias de Ferro	3155,58	26,80	
	5.2	Esquadrias de Madeira	4899,63	41,61	
	5.3	Ferragens	378,00	3,21	
	5.4	Vidros	3340,80	28,37	
	<b>TOTAL DO ITEM 5:</b>			<b>11774,01</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DOS PAINÉIS EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>				<b>14,07</b>
6. COBERTURAS E PROTEÇÕES	6.1	Telhados	8098,21	95,29	
	6.2	Impermeabilizações	400,00	4,71	
	<b>TOTAL DO ITEM 6:</b>			<b>8498,21</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DAS COBERTURAS E PROTEÇÕES EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>				<b>10,15</b>
7. PAVIMENTAÇÕES	7.1	Cerâmica	4211,50	80,37	
	7.2	Cimentado	986,78	18,83	
	7.3	Soleiras	42,00	0,80	
	<b>TOTAL DO ITEM 7:</b>			<b>5240,28</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DAS PAVIMENTAÇÕES EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>				<b>6,26</b>
8. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	8.1	Acessórios para eletrodutos	129,88	3,45	
	8.2	Acessórios Uso Geral	16,60	0,44	
	8.3	Cabo Unipolar (cobre)	1046,95	27,83	
	8.4	Caixa de Passagem	15,98	0,42	
	8.5	Dispositivo Elétrico (Placa 2x4")	261,80	6,96	
	8.6	Dispositivo de proteção	212,98	5,66	
	8.7	Eletroduto PVC Flexível	82,07	2,18	
	8.8	Eletroduto PVC Rosca	811,98	21,59	
	8.9	Luminária e Acessórios	450,78	11,98	
	8.10	Lâmpada Incandescente	161,00	4,28	
	8.11	Material para Entrada de Serviço	158,89	4,22	
	8.12	Quadro de Medição	55,75	1,48	
	8.13	Quadro de Distribuição Plástico (embutir)	49,90	1,33	
	8.14	Mão de Obra	306,80	8,16	
	<b>TOTAL DO ITEM 8:</b>			<b>3761,36</b>	<b>100,00</b>
<b>% DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>				<b>4,49</b>	



9. INSTALAÇÕES HIDRAÚLICAS	9.1	Caixas de Gordura e Inspeção	189,96	4,92	
	9.2	Caixas e Ralos	122,54	3,18	
	9.3	Conexões para Esgoto	363,67	9,42	
	9.4	Conexões para Água Fria	129,69	3,36	
	9.5	Conexões para Água Quente	49,48	1,28	
	9.6	Registros e Válvulas	417,17	10,81	
	9.7	Tubos Rígidos	2213,15	57,35	
	9.8	Mão de Obra	373,20	9,67	
<b>TOTAL DO ITEM 9:</b>			<b>3858,86</b>	<b>100,00</b>	
<b>% DAS INSTALAÇÕES HIDRAÚLICAS EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>4,61</b>		
10. APARELHOS	10.1	Louças e Metais	1085,30	84,47	
	10.2	Complementos	199,56	15,53	
	<b>TOTAL DO ITEM 10:</b>			<b>1284,86</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DOS APARELHOS EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>1,54</b>	
11. SERVIÇOS COMPLEMENTARES	11.1	Serviço de calafate e limpeza final	440,00	46,81	
	11.2	Ligações e "Habite-se"	500,00	53,19	
	<b>TOTAL DO ITEM 11:</b>			<b>940,00</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DOS SERVIÇOS COMPLEMENTARES EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>1,12</b>	
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>83.689,65</b>	<b>100,00</b>	

Fonte: Gomes (2017).

A diferença entre os sistemas revelou um valor total da obra R\$9.628,57 a menor para o sistema com tijolo de solo-cimento, representando uma diferença de 9,20% em relação à alvenaria com blocos cerâmicos, assim demonstrado na Figura 14.

Figura 14 - Planilha Resumo: Estimativa de custo, alvenaria tijolo solo-cimento.

PLANILHA RESUMO: ESTIMATIVA DE CUSTO - ALVENARIA TIJOLO SOLO-CIMENTO					
SERVIÇO			VALOR TOTAL (R\$)	% ITEM	
I. SERVIÇOS PRELIMINARES	1.1	Serviços técnicos (levantamento topográfico, projetos, especificações, orçamento, cronograma).	1200,00	48,00	
	1.2	Despesas iniciais (cópias, licenças, taxas e impostos).	300,00	12,00	
	1.3	Instalações provisórias (tapumes, barracão, água, luz, esgoto e placas)	500,00	20,00	
	1.4	Máquinas e ferramentas (betoneira, vibrador, serra, bomba, carrinho, guincho).	500,00	20,00	
	<b>TOTAL DO ITEM 1:</b>			<b>2500,00</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DOS SERVIÇOS PRELIMINARES EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>3,29</b>	

2. INFRA - ESTRUTURA	2.1	Trabalhos em Terra	1224,00	47,73
	2.2	Fundações (Sapatas e Vigas Baldrames)	1340,34	52,27
	<b>TOTAL DO ITEM 2:</b>		<b>2564,34</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DA INFRA-ESTRUTURA EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>3,37</b>
3. SUPRAESTRU- TURA	3.1	Laje	9909,00	34,62
	3.2	Alvenaria, Pilares e Vigas	18712,89	65,38
	<b>TOTAL DO ITEM 3:</b>		<b>28621,89</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DA SUPRA-ESTRUTURA EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>37,67</b>
4. REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA	4.1	Revestimentos Internos	3296,25	45,26
	4.2	Azulejos	2271,47	31,19
	4.3	Revestimentos Externos	1255,73	17,24
	4.4	Pintura	459,54	6,31
	<b>TOTAL DO ITEM 4:</b>		<b>7282,99</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DOS REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>9,58</b>
5. PAINÉIS	5.1	Esquadrias de Ferro	3155,58	26,80
	5.2	Esquadrias de Madeira	4899,63	41,61
	5.3	Ferragens	378,00	3,21
	5.4	Vidros	3340,80	28,37
	<b>TOTAL DO ITEM 5:</b>		<b>11774,01</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DOS PAINÉIS EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>15,49</b>
6. COBERTURAS E PROTEÇÕES	6.1	Telhados	8098,21	95,29
	6.2	Impermeabilizações	400,00	4,71
	<b>TOTAL DO ITEM 6:</b>		<b>8498,21</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DAS COBERTURAS E PROTEÇÕES EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>11,18</b>
7. PAVIMENTA ÇÕES	7.1	Cerâmica	4211,50	80,37
	7.2	Cimentado	986,78	18,83
	7.3	Soleiras	42,00	0,80
	<b>TOTAL DO ITEM 7:</b>		<b>5240,28</b>	<b>100,00</b>



		<b>% DAS PAVIMENTAÇÕES EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>		<b>6,90</b>	
<b>8. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	8.1	Acessórios para eletrodutos	129,88	3,60	
	8.2	Acessórios Uso Geral	16,60	0,46	
	8.3	Cabo Unipolar (cobre)	1046,95	29,02	
	8.4	Caixa de Passagem	15,98	0,44	
	8.5	Dispositivo Elétrico (Placa 2x4")	261,80	7,26	
	8.6	Dispositivo de proteção	212,98	5,90	
	8.7	Eletroduto PVC Flexível	82,07	2,27	
	8.8	Eletroduto PVC Rosca	811,98	22,51	
	8.9	Luminária e Acessórios	450,78	12,49	
	8.10	Lâmpada Incandescente	161,00	4,46	
	8.11	Material para Entrada de Serviço	158,89	4,40	
	8.12	Quadro de Medição	55,75	1,55	
	8.13	Quadro de Distribuição Plástico (embutir)	49,90	1,38	
	8.14	Mão de obra	153,40	4,25	
	<b>TOTAL DO ITEM 8:</b>			<b>3607,96</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>4,75</b>	
<b>9. INSTALAÇÕES HIDRAÚLICAS</b>	9.1	Caixas de Gordura e Inspeção	189,96	5,17	
	9.2	Caixas e Ralos	122,54	3,34	
	9.3	Conexões para Esgoto	363,67	9,90	
	9.4	Conexões para Água Fria	129,69	3,53	
	9.5	Conexões para Água Quente	49,48	1,35	
	9.6	Registros e Válvulas	417,17	11,36	
	9.7	Tubos Rígidos	2213,15	60,27	
	9.8	Mão de Obra	186,60	5,08	
	<b>TOTAL DO ITEM 9:</b>			<b>3672,26</b>	<b>100,00</b>
	<b>% DAS INSTALAÇÕES HIDRAÚLICAS EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA</b>			<b>4,83</b>	
<b>10. APARELHOS</b>	10.1	Louças e Metais	1085,30	84,47	
	10.2	Complementos	199,55	15,53	
	<b>TOTAL DO ITEM 10:</b>			<b>1284,85</b>	<b>100,00</b>

		% DOS APARELHOS EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA		1,69
II. SERVIÇOS COMPLEMENTARES	11.1	Serviço de calafate e limpeza final	440,00	46,81
	11.2	Ligações e "Habite-se"	500,00	53,19
	TOTAL DO ITEM 11:		940,00	100,00
	% DOS SERVIÇOS COMPLEMENTARES EM RELAÇÃO AO VALOR FINAL DA OBRA			1,24
VALOR TOTAL			75986,79	100,00

Fonte: Gomes (2017).

### 3.6.2 Estudo de Naupari et al. (2020)

Naupari *et al.* (2020) revelou por meio das planilhas orçamentárias que o emprego do Tijolo Ecológico resultou em um custo final de R\$ 55.057,13, assim demonstrado na Figura 15, enquanto o uso do tijolo convencional demandou um total de R\$ 87.192,12.

Figura 15 - Planilha Orçamentaria Tijolo Ecológico - Orçamentos de Naupari *et al.* (2020).

Planilha Orçamentaria Tijolo Ecológico									
Item	Descrição	und.	Quant.	Valor Unit. Mão de obra	Valor Mão de obra	Valor Unit. Material	Valor Material	Valor Mão de Obra é Material	
1.0	Fundação								
1.1	Escavação manual para o bloco 60 x 60 x 60	M³	1,94	R\$ 35,00	R\$ 68,04		R\$ -	R\$ 68,04	
1.2	Lastro de concreto no fundo do bloco 60 x 60 x 60	M³	0,16	R\$ 25,00	R\$ 4,05	R\$ 45,00	R\$ 7,29	R\$ 11,34	
1.3	Armação do aço CA 50 Ø10mm	Kg	155,52	R\$ 1,50	R\$ 233,28	R\$ 2,50	R\$ 388,80	R\$ 622,08	
1.4	Concreto 25 Mpa, batido em obra	M³	1,94	R\$ 35,00	R\$ 68,04	R\$ 240,00	R\$ 466,56	R\$ 534,60	
1.5	Sub - Total - 1							R\$	1.236,06
2.0	Estrutura da casa								
2.1	Passagem do aço Ø10mm em passagem de 10 cm	kg	3,39	R\$ 1,50	R\$ 5,09		R\$ -	R\$ 5,09	
2.2	Aplicação do growth	m²	0,04	R\$ 35,00	R\$ 1,48	R\$ 240,00	R\$ 10,17	R\$ 11,66	
2.10	Sub - Total - 2							R\$	16,74
3.0	Alvenaria tijolo ecológico								
3.1	Alvenaria tijolo 25 x 12,5 x 7	m²	120,18	R\$ 12,00	R\$ 1.442,16	R\$ 0,26	R\$ 31,25	R\$ 1.473,41	
3.4	Sub - Total - 3							R\$	1.473,41
4.0	Pintura								
4.1	Aplicação de selador interno	m²	120,18	R\$ 6,00	R\$ 721,08	R\$ 25,00	R\$ 3.004,50	R\$ 3.725,58	
4.2	Aplicação de massa pva Interno 1º e 2º de mão	m²	120,18	R\$ 5,00	R\$ 600,90	R\$ 9,00	R\$ 1.081,62	R\$ 1.682,52	
4.3	Pintura Interna Parede 1º e 2º de mão	m²	120,18	R\$ 8,00	R\$ 961,44	R\$ 9,00	R\$ 1.081,62	R\$ 2.043,06	
4.4	Aplicação de seladomo Teto	m²	56,00	R\$ 6,00	R\$ 336,00	R\$ 25,00	R\$ 1.400,00	R\$ 1.736,00	
4.5	Aplicação de massa pva no Teto 1º e 2º de mão	m²	56,00	R\$ 5,00	R\$ 280,00	R\$ 9,00	R\$ 504,00	R\$ 784,00	
4.6	Pintura Interna Teto 1º e 2º de mão	m²	56,00	R\$ 8,00	R\$ 448,00	R\$ 9,00	R\$ 504,00	R\$ 952,00	
4.7	Aplicação de selador externo	m²	97,92	R\$ 6,00	R\$ 587,52	R\$ 25,00	R\$ 2.448,00	R\$ 3.035,52	
4.8	Aplicação de Massa acrílica 1º e 2º de mão externo	m²	97,92	R\$ 5,00	R\$ 489,60	R\$ 9,00	R\$ 881,28	R\$ 1.370,88	
4.9	Pintura 1º e 2º de mão externo externa	m²	97,92	R\$ 8,00	R\$ 783,36	R\$ 9,00	R\$ 881,28	R\$ 1.664,64	
4.10	Sub - Total - 4							R\$	16.994,20
5.0	Forro								
5.1	Tarugamento do forro	m²	56,00	R\$ 12,00	R\$ 672,00	R\$ 15,00	R\$ 840,00	R\$ 1.512,00	
5.2	Montagem do forro PVC	m²	56,00	R\$ 20,00	R\$ 1.120,00	R\$ 20,00	R\$ 1.120,00	R\$ 2.240,00	
5.4	Sub - Total - 5							R\$	3.752,00
6.0	Revestimento cerâmico								
6.1	Revestimento cerâmico piso	m²	56,00	R\$ 18,00	R\$ 1.008,00	R\$ 35,00	R\$ 1.960,00	R\$ 2.968,00	
6.2	Revestimento cerâmico Parede	m²	56,00	R\$ 25,00	R\$ 1.400,00	R\$ 35,00	R\$ 1.960,00	R\$ 3.360,00	
6.3	Sub - Total - 6							R\$	6.328,00
7.0	Elétrica								
7.1	Infra estrutura em eletroduto de 3/4"	mtos	35,00	R\$ 12,00	R\$ 420,00	R\$ 1,50	R\$ 52,50	R\$ 472,50	
7.2	Passagem dos cabos de # 2,5mm	mtos	105,00	R\$ 3,00	R\$ 315,00	R\$ 3,00	R\$ 315,00	R\$ 630,00	
7.2	Alimentação externa para a casa cabo #16 mm	mtos	6,00	R\$ 50,00	R\$ 300,00	R\$ 80,00	R\$ 480,00	R\$ 780,00	
7.2	Montagem do quadro elétrico	mtos	1,00	R\$ 250,00	R\$ 250,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 600,00	
7.2	Assentamento de caixinha 4 x 2"	und	6,00	R\$ 12,00	R\$ 72,00	R\$ 15,00	R\$ 90,00	R\$ 162,00	
7.2	Acessantamento de caixinha 4 x 4"	und	2,00	R\$ 12,00	R\$ 24,00	R\$ 15,00	R\$ 30,00	R\$ 54,00	
7.2	Montagem de interruptores uma tecla	und	6,00	R\$ 12,00	R\$ 72,00	R\$ 20,00	R\$ 120,00	R\$ 192,00	
7.2	Montagem de interruptores duas teclas	und	2,00	R\$ 12,00	R\$ 24,00	R\$ 20,00	R\$ 40,00	R\$ 64,00	
7.2	Montagem de iluminação	und	7,00	R\$ 20,00	R\$ 140,00	R\$ 25,00	R\$ 175,00	R\$ 315,00	
7.3	Sub - Total - 7							R\$	3.269,50

8.0	Hidráulica - Esgoto										
8.1	Rede de esgoto Ø 100mm	und	8,00	R\$ 15,00	R\$ 120,00	R\$ 10,00	R\$ 80,00	R\$ 200,00			
8.2	Rede de esgoto Ø 50mm	und	8,00	R\$ 15,00	R\$ 120,00	R\$ 10,00	R\$ 80,00	R\$ 200,00			
8.3	Rede de esgoto Ø 40mm	und	12,00	R\$ 15,00	R\$ 180,00	R\$ 10,00	R\$ 120,00	R\$ 300,00			
8.4	Sub - Total - 8									R\$ 700,00	
9.0	Hidráulica - Água Fria										
9.1	Tubulação Soldavel Ø 40 mm	und	12,00	R\$ 15,00	R\$ 180,00	R\$ 10,00	R\$ 120,00	R\$ 300,00			
9.2	Tubulação Soldavel Ø 32 mm	und	15,00	R\$ 15,00	R\$ 225,00	R\$ 10,00	R\$ 150,00	R\$ 375,00			
9.3	Tubulação Soldavel Ø 20 mm	und	10,00	R\$ 15,00	R\$ 150,00	R\$ 10,00	R\$ 100,00	R\$ 250,00			
9.4	Sub - Total - 9									R\$ 925,00	
10.0	Telhado										
10.1	Estrutura em madeira	m²	64,22	R\$ 25,00	R\$ 1.605,60	R\$ 72,00	R\$ 4.624,13	R\$ 6.229,73			
10.2	Telha Residencial fibro cimento	m²	64,22	R\$ 15,00	R\$ 963,36	R\$ 22,00	R\$ 1.412,93	R\$ 2.376,29			
10.4	Sub - Total - 9									R\$ 8.606,02	
11.0	Valor Total Sem Encargos									R\$ 43.300,93	
12.0	B.D.I - Obra		27,15%	Tributos						19,15%	
12.1	Custo de indiretas	%	2,00%	Empresa Optante pelo simples						Não	
12.2	Administração Central	%	2,00%	Aliquotá						5,00%	
12.3	Administração Local	%	2,00%	Cidade: Manaus							
12.4	Despesas financeiras	%	2,00%	Percentual tributario da Empresa							
12.5	Total		8,00%	Cofins	Pis	CSLL	IR		14,15%		
	R\$ 55.057,13			3,00%	0,65%	9,00%	1,50%				
13.0	Valor Total da Obra									R\$ 55.057,13	

Fonte: Naupari *et al.* (2020).

Essa notável diferença de valores está intrinsecamente ligada à redução significativa de serviços e materiais durante a construção com o Tijolo Ecológico.

A uniformidade geométrica desses tijolos eliminou a necessidade de acabamentos adicionais, viabilizando até a construção de estruturas como pilares sem a utilização de formas em madeira, aproveitando os próprios furos nos tijolos. Conforme a Figura 16, tal discrepância monetária equivale a R\$ 32.134,99, representando aproximadamente 36,84% do valor total da edificação ao utilizar o tijolo convencional.

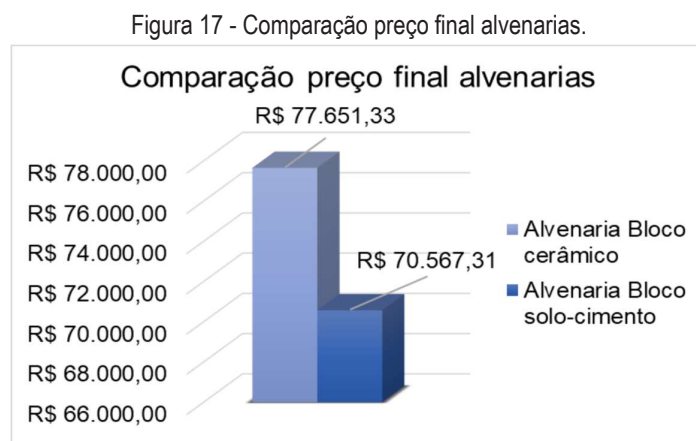
Figura 16 - Comparação de preço.

Tabela de comparação de Preço											
Planilha Orçamentaria tijolo Convencional 19 x 19 x 0,09 ( Material E mão de obra)											
10.0	Valor Total Sem Encargos									R\$ 68.574,22	
11.0	B.D.I - Obra		27,15%	Tributos						19,15%	
11.1	Custo de indiretas	%	2,00%	Empresa Optante pelo simples						Não	
11.2	Administração Central	%	2,00%	Aliquotá						5,00%	
11.3	Administração Local	%	2,00%	Cidade: Manaus							
11.4	Despesas financeiras	%	2,00%	Percentual tributario da Empresa							
11.5	Total		8,00%	Cofins	Pis	CSLL	IR		14,15%		
	R\$ 87.192,12			3,00%	0,65%	9,00%	1,50%				
12.0	Valor Total da Obra									R\$ 87.192,12	
Planilha Orçamentaria tijolo Ecologico ( Material E mão de obra)											
11.0	Valor Total Sem Encargos									R\$ 43.300,93	
12.0	B.D.I - Obra		27,15%	Tributos						19,15%	
12.1	Custo de indiretas	%	2,00%	Empresa Optante pelo simples						Não	
12.2	Administração Central	%	2,00%	Aliquotá						5,00%	
12.3	Administração Local	%	2,00%	Cidade: Manaus							
12.4	Despesas financeiras	%	2,00%	Percentual tributario da Empresa							
12.5	Total		8,00%	Cofins	Pis	CSLL	IR		14,15%		
	R\$ 55.057,13			3,00%	0,65%	9,00%	1,50%				
13.0	Valor Total da Obra									R\$ 55.057,13	

Fonte: Naupari *et al.* (2020).

### 3.6.3 Estudo de Oliveira (2021)

Ao revisitar os estudos de Oliveira (2021), observa-se que o investimento total para a alvenaria convencional atingiu R\$ 77.651,33, assim demonstrado na Figura 17, enquanto para a alvenaria de tijolo ecológico, o montante previsto foi de R\$ 70.567,31 para o valor final da obra.



Fonte: Oliveira (2021).

Analisando os custos específicos de cada etapa, a fase da alvenaria convencional totalizou R\$ 32.556,61, enquanto a alvenaria de tijolo de solo-cimento revelou um valor ligeiramente inferior, alcançando R\$ 31.306,21. Esta discrepância de aproximadamente R\$ 1.250,40, equivalente a cerca de 3,8%, destaca a vantagem financeira notável ao optar pelo tijolo ecológico nesta fase construtiva. A diferença expressiva entre os sistemas construtivos reflete um desvio total de R\$ 7.084,02, correspondente a 9,12% do custo global da obra.

### 3.6.4 Estudo de Rodrigues et al (2021)

O estudo conduzido por Rodrigues *et al* (2021) comparou o tijolo ecológico solo-cimento (7,5 x 15 x 30) e o bloco cerâmico estrutural (14 x 19 x 39). Conforme a Figura 18, o bloco cerâmico estrutural apresentou um custo total de R\$ 118.690,01, com alocações significativas em alvenaria (R\$ 21.148,26 - 17,82%) e revestimentos interno e externo (R\$ 42.045,68 - 35,43%). Já o tijolo ecológico solo-cimento teve um custo total de R\$ 88.951,51, com gastos menores em alvenaria (R\$ 19.656,00 - 22,10%) e revestimentos (R\$ 13.799,44 - 15,51%) em comparação com os blocos cerâmicos, assim demonstrado na Figura 19.



Figura 18 - Orçamento final em tijolo cerâmico - Orçamentos de Rodrigues *et al.* (2021).

RESULTADO FINAL		
Serviço	Preço Total	Porcentagem
Serviços Preliminares	R\$ 7.913,82	6,67%
Superestrutura	R\$ 29.791,62	25,10%
Alvenaria	R\$ 21.148,26	17,82%
Esquadrias	R\$ 9.803,66	8,26%
Revestimento Interno	R\$ 27.083,94	22,82%
Revestimento Externo	R\$ 14.961,74	12,61%
Piso	R\$ 7.986,97	6,73%
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 118.690,01</b>	<b>100%</b>

Fonte: Rodrigues *et al.* (2021).

Figura 19 - Orçamento final em tijolo ecológico.

RESULTADO FINAL		
Serviço	Preço Total	Porcentagem
Serviços Preliminares	R\$ 7.913,82	8,90%
Superestrutura	R\$ 29.791,62	33,49%
Alvenaria	R\$ 19.656,00	22,10%
Esquadrias	R\$ 9.803,66	11,02%
Revestimento	R\$ 13.799,44	15,51%
Piso	R\$ 7.986,97	8,98%
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 88.951,51</b>	<b>100%</b>

Fonte: Rodrigues *et al.* (2021).

A comparação total revelou uma economia considerável com os tijolos ecológicos, especialmente nos revestimentos, totalizando uma diferença de R\$ 29.738,50 e uma redução de aproximadamente 25,05% em relação aos custos totais dos blocos cerâmicos estruturais. A Tabela 4, compara os resultados dos 4 estudos citados acima.

Tabela 4 – Comparação de orçamentos: obras completas.

Orçamentos	Valores Alvenaria + revestimento		Economia em R\$	Economia em %
	Tijolo cerâmico	Tijolo Ecológico		
<b>Gomes (2017)</b>	R\$ 104.612,06	R\$ 94.983,49	<b>R\$ 9.628,57</b>	<b>9,20%</b>
<b>Naupari et al. (2020)</b>	R\$ 87.192,12	R\$ 55.057,13	<b>R\$ 32.134,99</b>	<b>36,86%</b>
<b>Oliveira (2021)</b>	R\$ 77.651,33	R\$ 70.567,31	<b>R\$ 7.084,02</b>	<b>9,12%</b>
<b>Rodrigues et al (2021)</b>	R\$ 118.690,01	R\$ 88.951,51	<b>R\$ 29.738,50</b>	<b>25,06%</b>

Fonte: Autor (2023).

### 3.7 Tempo de obra

#### 3.7.1 Observações de Gomes (2017)

O estudo de Gomes (2017) demonstra uma redução considerável no tempo de execução de uma obra ao optar pelo sistema construtivo com tijolos ecológicos de solo cimento em comparação com a alvenaria convencional utilizando blocos cerâmicos. Em

uma construção de cerca de 70,00 m<sup>2</sup>, observa-se uma diminuição de 23 dias no tempo total de conclusão da obra ao adotar o sistema com tijolos ecológicos de solo cimento, assim demonstrado na Figura 20.

Figura 20 - Cronograma da obra - Análise de Gomes (2017).

<b>CRONOGRAMA DA OBRA</b>		
<b>SERVIÇO</b>	<b>ALVENARIA CONVENCIONAL COM BLOCO CERÂMICO</b>	<b>ALVENARIA COM TIJOLO SOLO-CIMENTO</b>
	<b>DIAS</b>	<b>DIAS</b>
SERVIÇOS PRELIMINARES GERAIS	3,00	3,00
INFRA-ESTRUTURA	7,00	7,00
SUPRA-ESTRUTURA	10,00	10,00
PAREDES E PAINÉIS	20,00	14,00
COBERTURA	1,00	1,00
REVESTIMENTO	18,00	7,00
PAVIMENTAÇÃO	6,00	6,00
INSTALAÇÕES	10,00	5,00
COMPLEMENTAÇÕES	2,00	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>77,00</b>	<b>54,00</b>

Fonte: Gomes (2017).

Essa diferença significativa se manifesta em diversas etapas da construção. Por exemplo, a execução das paredes apresenta uma redução de 6 dias no sistema com tijolos de solo-cimento, devido à eliminação de procedimentos como a montagem e desmontagem de fôrmas, tempo de cura do concreto e a maior facilidade na execução das paredes, que possuem encaixes precisos.

No que diz respeito ao revestimento das paredes, a alvenaria convencional demanda 11 dias a mais do que o sistema com tijolos ecológicos de solo cimento, devido à aplicação do chapisco, emboço e reboco, enquanto o segundo sistema simplifica o processo com a aplicação de um impermeabilizante após o calafetamento dos vãos entre os tijolos. Nas instalações elétricas e hidráulicas, a alvenaria convencional com blocos cerâmicos demanda cortes nas paredes, representando um tempo adicional de 5 dias em relação ao sistema com tijolos de solo-cimento. A execução simultânea das instalações junto à construção das paredes no segundo sistema, passando os canos e dutos pelos furos dos tijolos e canaletas, evita os cortes na parede.

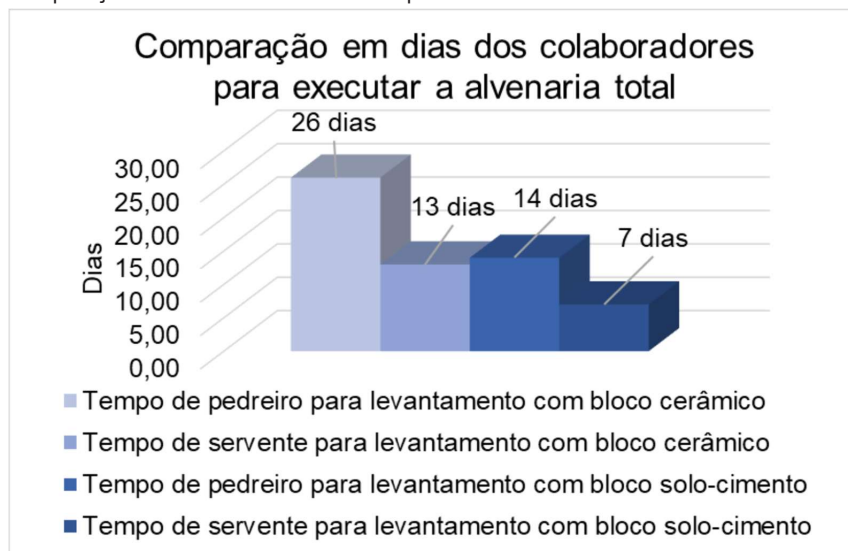
Os dados de Gomes (2017) destacam uma redução total de 23 dias no tempo de obra ao utilizar tijolos ecológicos de solo cimento, mostrando economias de tempo em diferentes etapas da construção. Isso ressalta a eficácia e a agilidade desse sistema construtivo em comparação com a alvenaria convencional.



### 3.7.2 Observações de Oliveira (2021)

Oliveira (2021) demonstra que ao optar por tijolos ecológicos em vez de blocos cerâmicos, há uma redução substancial no tempo total de uma obra. Conforme a Figura 21, essa mudança resulta em uma diminuição marcante de 26 para 14 dias no trabalho dos pedreiros e de 13 para 7 dias para os serventes.

Figura 21 - Comparação em dias dos colaboradores para executar a alvenaria total - Análise de Oliveira (2021).



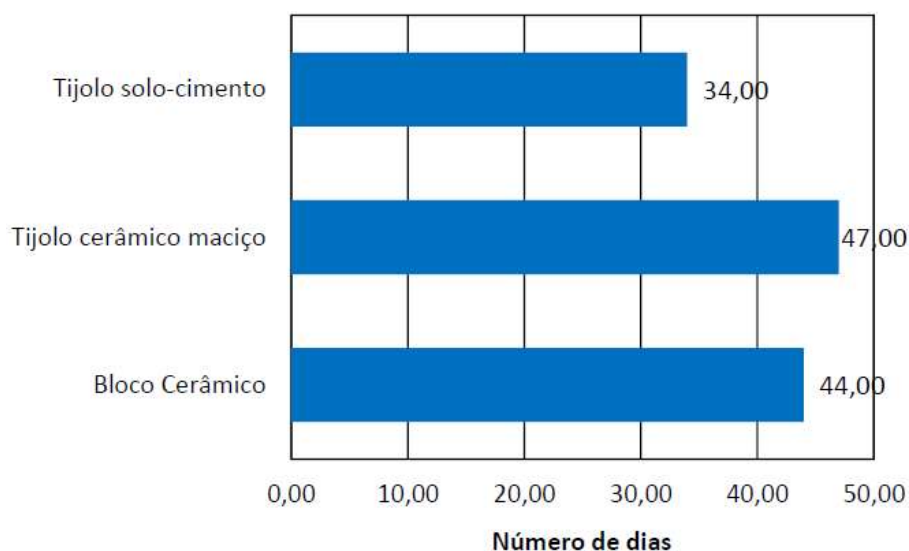
Fonte: Oliveira (2021).

Esses dados refletem uma redução de 53,85% no tempo de serviço desses profissionais, destacando a eficiência do método construtivo e sua capacidade de encurtar significativamente o prazo de conclusão de uma construção. Este estudo salienta a importância de considerar não apenas os aspectos financeiros, mas também os ganhos em eficiência temporal ao escolher materiais de construção.

### 3.7.3 Observações de Ciceri (2016)

Os dados do estudo de Ciceri (2016) demonstram uma diferença de 13 dias no tempo de execução entre a alvenaria com tijolos cerâmicos maciços (47 dias, 10 semanas) e a alvenaria com tijolos de solo-cimento (34 dias, 7 semanas), assim demonstrado na Figura 22. Isso representa uma redução de aproximadamente 28% no tempo de construção ao optar pelos tijolos de solo-cimento em comparação com os tijolos cerâmicos maciços.

Figura 22 - Comparativo de tempo obtido entre os métodos analisados - Análise de Ciceri (2016).



Fonte: Ciceri (2016).

Essa diminuição significativa no cronograma é atribuída à facilidade na execução da alvenaria, ao encaixe e modulação dos tijolos, conforme Figura 23, canteiro de obra mais limpo e ao uso reduzido de argamassa, levando a um aumento de produtividade.

Figura 23 – Encaixe dos tijolos ecológicos.



Fonte: Autor (2023).

A inserção embutida de instalações elétricas e hidrossanitárias, juntamente com a ausência da necessidade de revestimento das paredes externas, contribui para essa economia de tempo, resultando em um processo de construção mais eficiente e ágil. A Tabela 5, compara os resultados dos 3 estudos citados acima.

Tabela 5 – Comparação do tempo de obra.

Estudos	<u>Dias para construir a alvenaria utilizando</u>		Redução em dias	Redução em %
	Tijolo cerâmico	Tijolo Ecológico		
<i>Gomes (2017)</i>	77	54	<b>23</b>	<b>29,87%</b>
<i>Oliveira (2021)</i>	26	14	<b>12</b>	<b>46,15%</b>
<i>Ciceri (2016)</i>	47	34	<b>13</b>	<b>27,65%</b>

Fonte: Autor (2023).

### 3.8 Custos na produção de alvenaria com tijolo de solo-cimento

De acordo com o estudo detalhado conduzido por Miranda *et al.* (2022), a análise minuciosa dos custos para a produção de alvenaria utilizando tijolos de solo-cimento revela uma composição precisa dos insumos e seus respectivos impactos nos custos totais. Os dados na Tabela 6 fornecem uma visão abrangente dos componentes necessários e dos custos associados à execução dessa técnica construtiva.

Tabela 6 – Quantitativo de preços do tijolo ecológico.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QTD (M <sup>2</sup> )	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL (R\$)
Tijolo Solo - Cimento	unidade	60	1,29	77,4
Argamassa	Kg	1,2	0,6	0,72
Cimento	Kg	13,48	1,7	22,92
Areia	m <sup>3</sup>	0,0035	188	0,66
Pedrisco nº 0	m <sup>3</sup>	0,0035	170,09	0,59
Barra de Aço CA-50 8mm	Kg	0,42	9,75	4,09
Resina Acrílica Incolor	L	0,125	24	3
<b>MÃO DE OBRA</b>				
Pedreiro	H	1,2	20	24
Servente	H	1,22	12,5	15,25
<b>PREÇO TOTAL ALVENARIA EM TIJOLO SOLO-CIMENTO</b>				<b>R\$ 148,63</b>

Fonte: Autor (2023).

Com base na Tabela 7, é notável a ampla variação nos valores por metro quadrado. Ao analisar a categoria de alvenaria e revestimento, constata-se uma oscilação significativa, com o metro quadrado variando entre R\$ 229,36 e R\$ 310,46. Já nos orçamentos que englobam todas as etapas da construção, caracterizados como obras completas, essa variação é ainda mais expressiva, oscilando entre R\$ 819,35 e atingindo valores máximos de R\$ 1.779,03 por metro quadrado

Esses valores, entretanto, são suscetíveis a uma série de fatores que podem impactar diretamente nos custos totais da construção. Entre eles estão a qualidade e tipo de tijolo ecológico escolhido, a reputação e confiabilidade do fornecedor, bem como os custos associados ao transporte e logística, que podem aumentar consideravelmente caso haja uma distância considerável entre o local de produção e a obra.

Dessa forma, a média foi de R\$ 269,91 por metro quadrado nos orçamentos que contemplam alvenaria e revestimento, e média de R\$ 1.202,29 por metro quadrado nos orçamentos de obras completas. Contudo, é crucial compreender que esses valores são apenas indicativos, pois a complexidade e a diversidade de fatores envolvidos na construção com tijolos ecológicos demandam uma análise minuciosa de cada elemento. Essa abordagem minuciosa é essencial para uma estimativa precisa e informada dos custos totais do projeto.

## 4 CONCLUSÃO

Considerar entre os tijolos de solo-cimento e os convencionais tijolos cerâmicos exige uma compreensão das vantagens e desvantagens de ambos os materiais. Os tijolos de solo-cimento se destacam pela sua sustentabilidade e simplificação na execução das obras, reduzindo a necessidade de revestimentos espessos e oferecendo durabilidade, resistência e conforto térmico. Contudo, desafios como a impermeabilização e a falta de padronização entre fabricantes merecem atenção.

Os dados concretos extraídos de uma variedade de estudos revelam uma economia substancial ao optar pelos tijolos de solo-cimento. Essa economia é particularmente evidente ao longo de várias fases da construção. Enquanto os tijolos cerâmicos podem parecer mais atrativos em estágios iniciais, como na alvenaria, a verdadeira diferença de custos se manifesta quando se considera o revestimento. Aqui, os tijolos de solo-cimento se destacam ao eliminar ou reduzir significativamente camadas adicionais, resultando em cortes de custos expressivos, que variam de 14% a mais de 50%.

Essa vantagem financeira é consistente em uma série de estudos comparativos. Observa-se uma redução média de cerca de 53,5% nos custos totais ao comparar diretamente os tijolos de solo-cimento com os tijolos cerâmicos. Em termos numéricos, isso se traduz em diferenças que variam de aproximadamente R\$ 5.785,60 a valores impressionantes, ultrapassando os R\$ 32.134,99 em termos absolutos.

A eficiência temporal também é um fator significativo. Os tijolos de solo-cimento não apenas reduzem drasticamente os custos, mas também encurtam consideravelmente o tempo de execução das obras. Estudos destacam uma diminuição que varia de 23 a 53,85% no tempo de construção ao escolher essa opção em detrimento dos tijolos cerâmicos.

Os tijolos ecológicos de solo cimento apresentam uma gama de custos variáveis dependendo da aplicação na construção. Enquanto para obras completas, os custos podem alcançar uma média de cerca de R\$ R\$ 1.202,29 por metro quadrado, ao considerar apenas alvenaria e revestimento, a média reduz-se significativamente, girando em torno de R\$ 269,91 por metro quadrado. Esses valores destacam a vantagem econômica inerente aos tijolos de solo-cimento, não só como uma opção financeiramente viável, mas também como uma fonte de economia substancial ao longo de todo o projeto.

Diante desses dados, é evidente que os tijolos de solo-cimento não são apenas uma escolha financeiramente sensata, mas também representam uma otimização do tempo e um passo em direção à consideração dos aspectos ambientais. A análise numérica revela que optar por essa alternativa é um caminho prudente, oferecendo benefícios financeiros e

temporais que tornam essa escolha uma opção altamente vantajosa em comparação com os tijolos cerâmicos.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12023: Solo-Cimento – Ensaio de compactação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

AZEVEDO, V. C. **Comparativo orçamentário de uma obra com a utilização de tijolo solo-cimento**. 2023.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**, v.1, Rio de Janeiro, 1995.

CICERI, T. **Estudo comparativo de viabilidade econômica para uma edificação com bloco cerâmico, tijolo cerâmico maciço e tijolo de solo-cimento**. Lajeado, 2016.

DEBUS, C. B. **Tijolo ecológico versus tijolo cerâmico - Comparativo de custos: Um estudo de caso em Balsas-MA**. 2019.

FRAGA, Y. S. B. *et al.* **Tecnologia dos materiais: A utilização do tijolo de solo-cimento na construção civil. Ciências exatas e tecnológicas**. Aracaju, 2015.

FUNTAC - FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE. **Cartilha para produção de tijolo solo-cimento**. Rio Branco: FUNTAC, 1999.

GUSMÃO, M. R. P.; Lima, S. V. **Tijolo ecológico – Inclusão de resíduos plásticos em sua composição**: Artigo para submissão do trabalho de graduação da Universidade São Francisco. 2021.

GOMES, T. J. **Análise de custos entre tijolos de solo-cimento e bloco cerâmico para uso em alvenaria na construção de casas populares**. 2017.

JHON, V. M. **Sustentável custa mais?**. 2019. Disponível em: < <https://encr.pw/4fv3S>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2023.

MIRANDA, G. A. de; SOUZA, L. C. P. de; OLIVEIRA, P. H. de S.; SIQUEIRA, V. O. L. **Análise comparativa do custo entre o tijolo solo-cimento e o bloco cerâmico na construção civil**. 2022.

MOTTA, C. J.; MORAIS, W. P.; ROCHA, N. G. **Tijolo de Solo Cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis**. Belo Horizonte: E-xata, 2014.

NAUPARI, C. L. R.; Rodrigues, M.; Matos, M. **Aplicação do tijolo ecológico na construção civil em uma residência unifamiliar no município de Manaus/AM**. 2020.



OLIVEIRA, C. **Avaliação de solo-cimento reforçado com fibras do coco de babaçu para produção de tijolo modular ecológico.** Marabá, 2011.

OLIVEIRA, J. R. **Avaliação de viabilidade econômica para execução de uma residência unifamiliar com bloco cerâmico e tijolo de solo-cimento: Estudo de caso.** 2021.

PINTO, L. **Estudo de tijolos de solo cimento com adição de resíduo de construção civil.** Santa Maria, 2015.

PORTELA, N. F. **Uso do tijolo ecológico: Aspectos e aplicações desta técnica construtiva nos dias atuais.** 2017.

REIS, G. **10 vantagens dos tijolos ecológicos solo cimento.** Sahara, 2018.

RODRIGUES, I. M.; Gouvêa, I. O.; Sales, K. M. **Utilização do tijolo ecológico solo-cimento na construção de habitações populares.** 2021.

SILVA, H. R. **Uso do tijolo ecológico para trazer economia para construção civil.** Brasília, 2015.

SOUZA, M. I. B. **Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento.** São Paulo, 2006.

TÉCHNE: **A revista do engenheiro civil. Alvenaria de solo-cimento.** São Paulo, 2004.

TEIXEIRA, M. F.; Reis, S. A.; Figueiredo, F. M. **O uso de resíduos lignocelulósicos na produção de tijolos de adobe.** Rio Grande do Sul: 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2012.

VIER, L. C.; SILVA, J. M. da; HUPPES, F. A. H.; ROSSI, C. T.; ROGOSKI, E. R. **Estudo de viabilidade econômica para substituição de bloco cerâmico por tijolo ecológico – Estudo de caso.** 2017.

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Bruna Barbosa Matuti Mafra:**

Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte - UniNorte, Pós Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho e Pós Graduada em Engenharia de Estruturas em Concreto Armado. Graduada em Licenciatura em Matemática pela UniBF. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Experiência na área de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente, Fiscalização de Obras, Auditorias Internas e Externas. Professora de Ensino Superior no Centro Universitário do Norte – UniNorte desde 2018.

### **Anny Letícia Silva Dias:**

Graduanda no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte. Com experiência em área da qualidade, controle de obras e processos.

### **Sâmea Ennelly Canté de Figueiredo:**

Graduanda no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte. Gerenciamento de projetos desde a concepção até a implementação. Experiência em controle de medições para monitorar o progresso das obras. Liderança na gestão de qualidade, implementando práticas para garantir padrões elevados.

### **Lara Lina da Costa Freitas:**

Graduanda no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte. Com experiência em área da qualidade, controle de obras e processos. Atualmente atuando como Assistente de Produção.

### **Carlos Henrique Freire de Carvalho:**

Graduado em Turismo pelo Centro Universitário de Ensino Superior do Amazonas – CIESA. Graduando no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte.

### **Henrique Oliveira da Silva:**

Graduando no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte. Com experiência em área da qualidade, controle de obras e processos.

### **Iasmin Rebeca Fortes dos Reis:**

Graduanda no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte. Com experiência em Geoprocessamento. Atuando hoje como Auxiliar de Engenharia.

### **Isabelle Priscine Souza da Silva:**

Graduanda no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte. Com experiência em controle de documentos, medições e contratos.

### **João Evangelista Frota Filho:**

Graduando no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte. Com experiência em logística industrial, destacando-se em compras nacionais e internacionais, bem como na gestão de almoxarifados, assegurando operações fluidas e eficazes.

### **Samuel Leite de Matos:**

Graduando no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UniNorte. Com experiência em orçamentos, controle de obras e processos.



# ESCOLA DA ENGENHARIA CIVIL

## Estudo de Caso e Aplicações

O estudo busca oferecer informações valiosas para profissionais da construção civil, destacando não apenas os aspectos econômicos e ambientais, mas também o potencial de redução do tempo de construção em obras residenciais.

Autores

RFB Editora  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
91985661194  
[www.rfbeditora.com](http://www.rfbeditora.com)  
[adm@rfbeditora.com](mailto:adm@rfbeditora.com)  
R. João de Deus, 63, 66075000, Belém-PA

