

# FUNDAÇÃO SUPERFICIAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: ESTUDO DE EXECUÇÃO EM SANTANA DO ARAGUAIA/PA

## *SURFACE FOUNDATION IN A SINGLE-FAMILY RESIDENTIAL: IMPLEMENTATION STUDY IN SANTANA DO ARAGUAIA/PA*

Data de aceite: 30/12/2023 | Data de submissão: 10/12/2023

**REIS, Ezequiel, Graduando em Engenharia Civil**  
UNIFESSPA, Santana do Araguaia, Brasil,  
E-mail: desouzareizezequiel@unifesspa.edu.br

**ANDRADE, Rodrigo, Graduando em Engenharia Civil**  
UNIFESSPA, Santana do Araguaia, Brasil,  
E-mail: rodrigo.andrade@unifesspa.edu.br

### RESUMO:

O estudo apresenta uma abordagem sobre a execução de fundação superficial em unidade residencial unifamiliar, localizada na cidade de Santana do Araguaia-PA. O objetivo deste trabalho foi analisar um estudo de caso e propor soluções adequadas para a execução de fundação, do tipo superficial, considerando as características do solo e as especificidades do mercado construtivo, bem como da mão de obra local. O desenvolvimento da pesquisa comportou uma base sólida de pesquisa bibliográfica, tornando possível a análise segura do estudo de caso relacionado a infraestrutura da unidade residencial, tipo unifamiliar, com abordagem sobre fatores de carga da edificação associada as normas vigentes. O resultado consiste em um breve estudo analítico a respeito da execução dessa fundação, contribuindo para o debate na área da engenharia, observando a importância do registro destes conhecimentos técnicos construtivos relacionados a estabilidade e a durabilidade da edificação na região sul do Pará, afim de mantê-los disponíveis para discussões futuras sobre a especificação da fundação, com base na viabilidade técnica e econômica do nível de complexidade da obra.

### PALAVRAS-CHAVE:

Engenharia Civil. Infraestrutura. Fundação Superficial. Residência Unifamiliar.

### ABSTRACT:

*The study presents an approach to the execution of a superficial foundation in a single-family residential unit, located in the city of Santana do Araguaia-PA. The objective of this work was to analyze a case study and propose appropriate solutions for the execution of a superficial foundation, considering the characteristics of the soil and the specificities of the construction market, as well as the local workforce. The development of the research included a solid basis of bibliographical research, making it possible to safely analyze the case study related to the infrastructure of the residential unit, single-family type, with an approach to building load factors associated with current regulations. The result consists of a brief analytical study regarding the execution of this foundation, contributing to the debate in the area of engineering, observing the importance of recording this constructive technical knowledge related to the stability and durability of the building in the southern*

region of Pará, in order to maintain them available for future discussions on the specification of the foundation, based on the technical and economic feasibility of the level of complexity of the work.

**KEYWORDS:**

*Civil Engineering. Infrastructure. Superficial Foundation. Single-Family Residence.*

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço e o aprimoramento das tecnologias construtivas permitem seu planejamento e execução por etapas no canteiro de obras. Nessa perspectiva, o início de uma obra requer um estudo criterioso do tipo de solo, para a especificação mais assertiva do tipo de fundação.

Os tipos de fundações podem ser caracterizados em superficiais e profundas. As fundações superficiais incluem as sapatas, os blocos, os *radier*, as sapatas associadas, as vigas de fundação ou vigas baldrame e as sapatas corridas (ABNT/NBR 6122:2010). As fundações profundas permitem a transmissão de cargas maiores ao terreno ou pela base, denominada como resistência de ponta, ou por sua superfície lateral, designadas por resistência de fuste (BARBOSA, 2021).

Segundo a ABNT/NBR 6122:2010 as fundações profundas subdividem-se nos seguintes tipos, estaca, tubulão e caixão, que são fundamentais para garantia da estabilidade, resistência e a durabilidade das construções. A especificação do tipo de fundação mais recomendada ao projeto deve fundamentar-se em estudos geotécnicos e técnicas que considere o fluxo de cargas estruturais exigidas, seja concentrada ou distribuída, visando garantir a segurança e a sustentabilidade das estruturas.

A fundação superficial é aquela caracterizada por ser rasa ou direta. Esse elemento estrutural permite a transmissão da carga ao terreno, também denominada de infraestrutura da edificação. Ela é fundamental na distribuição calculada das cargas da edificação ao solo de forma segura e estável, conforme projetadas e levando em consideração as características do terreno (AZEREDO, 1988).

Para Ferrari (2007), para a determinação do tipo de fundação mais adequada para uma edificação específica, deve-se conhecer todos esforços atuantes sobre ela, as características do solo e os elementos estruturais. Dessa maneira, para se determinar corretamente uma fundação é necessário a observação de todos os estudos de viabilidade técnica, econômica, de execução e de concepção da edificação.

As especificações e as recomendações propostas pelas normas vigentes pressupõem que a fundação deva resistir ao que for determinado durante o seu tempo de vida útil. No entanto as patologias no mercado construtivo são recorrentes, como por exemplo, erros de dimensionamento e de execução que podem comprometer o desempenho e apresentar danos irreversíveis.

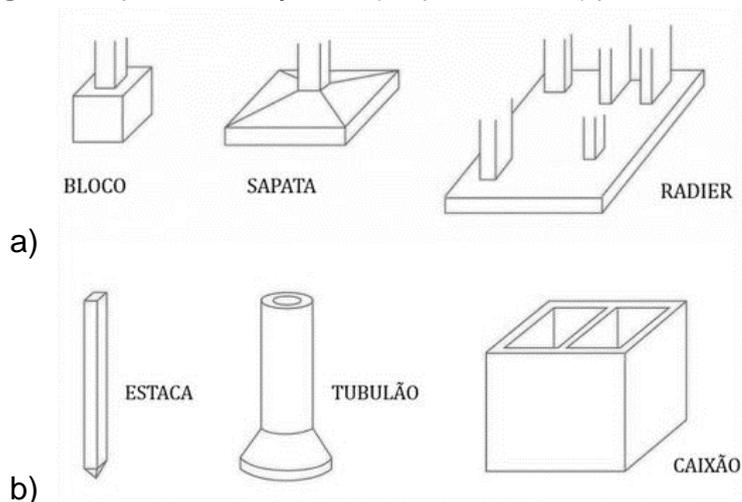
Desse modo, este trabalho busca a proposição de uma análise objetiva de um estudo de execução da fundação superficial, apresentando as particularidades de um caso de uma residência unifamiliar situada em Santana do Araguaia-PA, mediante a caracterização e uma análise comparativa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Barbosa (2021), as fundações na construção são elementos estruturais implementados em projetos com o objetivo de transferir as cargas da construção para uma camada resistente do solo. A norma em vigor ABNT/NBR 6122:2010 define os critérios gerais, que orientam o planejamento e a execução de bases essenciais para viabilizar condições básicas de infraestruturas, seja fundações de edifícios, pontes e demais estruturas.

Para ABNT/NBR 6122:2010 as fundações podem ser classificadas em dois grupos principais: fundação superficial (ou rasa ou direta) e fundação profunda, conforme mostrado na Figura 1. A fundação superficial, também é conhecida como fundação rasa ou direta, que transfere a carga para o subsolo através de suas bases. Para garantir o seu desempenho, deve-se assentar em cotas inferiores, de modo a não ultrapassar a profundidade de 3,0 metros (Barbosa, 2021).

**Figura 1:** Tipos de fundações – a) superficiais; e b) profundas.



**Fonte:** Adaptada de Barbosa (2021).

As fundações profundas transferem a carga para o subsolo através da resistência do fuste, da resistência da base ou da combinação dessas duas. Para isso, devem ser instaladas em níveis superiores, garantindo um assentamento com uma profundidade mínima de 3,0 m (ABNT/NBR 6122:2010).

### 2.1. Execução de fundações

A norma ABNT/NBR 6122:2010, determina que a execução de fundações superficiais deve ser delineada e especificada em quatro etapas distintas. Essa norma estabelece os procedimentos executivos para esse tipo de fundação, sendo o pré-requisito de investigação geotécnica, geológica e observações locais, fase essencial para o sucesso do cálculo estrutural e concepção do projeto de fundação, observando a caracterização do terreno, com a determinação da tipologia de solo, rocha, mistura de ambos ou o diagnóstico de ser constituído por rejeitos. O Quadro 1 apresenta diretrizes construtivas detalhadas e exemplificadas.

**Quadro 1:** Fundação Superficial - etapas de execução.

| N. | Etapas   | Descrição  |
|----|--|--|
| 1  | Escavação das cavas até a cota especificada no projeto | Ao usar equipamentos mecânicos para escavação em solo, a atividade deve ser interrompida pelo menos 30 cm acima do nível planejado, com a devida remoção final de resíduos. Em escavações em rocha utiliza-se martelotes, rompedores ou explosivos, quaisquer blocos soltos devem ser removidos.   |
| 2  | Colocação da caixaria da forma e da armadura           | Execução da forma e desforma da infraestrutura, assim como o cálculo da quantificação da ferragem para a armação da armadura da fundação e dos arranques, sendo indispensável o uso de espaçadores, conforme o projeto estrutural.   |
| 3  | Preparação para concretagem                            | Antes de concretar, um profissional qualificado deve inspecionar o solo ou rocha que suportará as sapatas, confirmando sua capacidade de suporte. Em caso de necessidade deve-se aprofundar a cava da sapata. A diferença entre a cota prevista e a de obra pode ser preenchida com concreto não estrutural ou aumentando o comprimento do pilar após consulta ao projetista estrutural. O concreto deve preencher todo o fundo da cava antes da concretagem da sapata. O fundo da cava deve ser nivelado com concreto não estrutural de no mínimo 5 cm de espessura. Sapatas em rocha requerem uma camada de regularização para garantir uma superfície plana e horizontal. |
| 3  | Concretagem da sapata                                  | Os métodos de concretagem devem seguir as diretrizes do projeto estrutural.  |
| 4  | Reaterro   | Depois da cura da sapata, a cava deve ser preenchida e compactada.   |

Fonte: Autores.

## 2.2. Objeto de estudo e delimitação de análises

A pesquisa possui como objeto de estudo uma análise sobre a execução de uma fundação superficial, observando as particularidades do estudo de caso, uma residência unifamiliar, localizada em Santana do Araguaia-PA. A análise verificou o projeto estrutural de fundação, mediante um comparativo relacionado aos parâmetros adotados em conformidade com as normas vigentes, ABNT/NBR 6122:2010 e ABNT/NBR 15.575:2013.

O estudo de execução da fundação superficial da residência unifamiliar analisada, considerou o projeto estrutural e a realidade construtiva santanense. A descrição dos resultados encontrados foi associada as diretrizes técnicas dispostas em normas vigentes nacionais.

## 2.3. Aspectos legais

Os parâmetros utilizados para a fundamentação do estudo de execução de fundação superficial em residência unifamiliar estão em conformidade com duas normas, ABNT/NBR 6122:2010 e ABNT/NBR 15.575:2013. O requisito segurança obteve como base considerações associativas específicas ao desempenho de segurança estrutura, em conformidade com a norma de desempenho de edificações habitacionais, como pode ser observado no Quadro 2, em destaque.

**Quadro 2:** Edificações habitacionais – requisitos gerais.

| N. | Requisitos       | Desempenho                        |
|----|------------------|-----------------------------------|
| 1  | Segurança        | Segurança estrutural              |
|    |                  | Segurança contra o fogo           |
|    |                  | Segurança no uso e na operação    |
| 2  | Habitabilidade   | Estanqueidade                     |
|    |                  | Desempenho térmico                |
|    |                  | Desempenho acústico               |
|    |                  | Desempenho lumínico               |
|    |                  | Saúde, higiene e qualidade do ar  |
|    |                  | Funcionabilidade e acessibilidade |
| 3  | Sustentabilidade | Durabilidade                      |
|    |                  | Manutenibilidade                  |
|    |                  | Impacto ambiental                 |

Fonte: Adaptada de ABNT/NBR 15.575:2013.

Na Tabela 1 consta os fatores de segurança que podem ser empregados no cálculo estrutural do projeto de fundações. O uso de estados-limites, seja último ou de utilização, deve ser previsto na análise do estudo de execução do fator de segurança das fundações.

Tabela 1: Fatores de segurança globais mínimos.

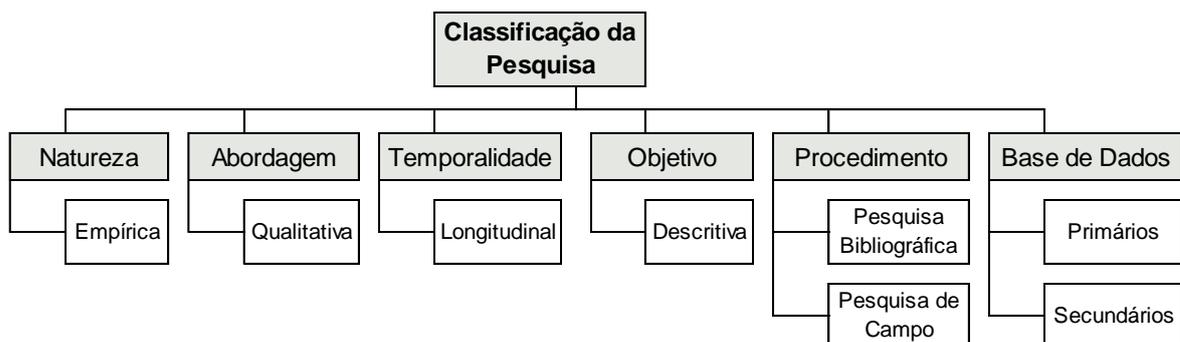
| Condição  | Fator de Segurança |
|---|--------------------|
| Capacidade de carga de fundações superficiais                 | 3,0                |
| Capacidade de carga de estacas ou tubulões sem prova de carga | 2,0                |
| Capacidade de carga de estacas ou tubulões com prova de carga | 1,6                |

Fonte: ABNT/NBR 6122:2010.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho foi desenvolvido de maneira experimental para uma análise de conformidade a ABNT/NBR 6122:2010. A pesquisa foi estruturada a partir da classificação, considerando os condicionantes: natureza, abordagem, temporalidade, objetivo, procedimento e base de dados, conforme disposto na Figura 2.

**Figura 2:** Organograma da pesquisa.



Fonte: Autores.

O estudo fundamentou-se na pesquisa de natureza empírica, visto que buscou-se realizar a observação do ambiente de estudo, sem o intuito de alterar a realidade vivenciada (LUDKE, ANDRÉ, 2011; SANTOS, FILHO, 2012; ZANELLA, 2009). Sendo que, a abordagem foi qualitativa, pois buscou-se identificar os principais resultados diante dos métodos de observação, assim foram aplicados em diferentes dias e horários, durante a etapa de execução da fundação, no canteiro de obras. Essa etapa de observação e acompanhamento da obra tornou possível a análise do processo de execução da fundação.

A temporalidade deste estudo foi classificada como longitudinal, considerando a análise do objeto de estudo, durante diferentes dias e horários para realizar a identificações objetivas e subjetivas da realidade. A pesquisa compreende a base de dados considerados primários e secundários. Sendo primários a coleta de dados do estudo de caso da fundação superficial em residência unifamiliar. E secundários a observação e a análise do estudo de caso, para compor a elaboração da fundamentação teórica, garantindo a estruturação científica deste trabalho.

### 3.1. Instrumentos de Pesquisa

Os instrumentos para a realização desta pesquisa buscaram possibilitar o alcance dos objetivos, conforme abordagem qualitativa, comportando as seguintes técnicas: grupo focal para a identificação da obra a ser estudada, coleta de dados bibliográficos sobre a temática, observação do objeto de estudo seguindo sua temporalidade e avaliação da contextualização das informações coletadas.

### 3.2. Plano de Coleta dos Dados

A coleta de dados aconteceu a partir da revisão bibliográfica, sobre trabalhos realizados por autores conceituados referente a fundação superficial. Diante disto, buscou-se coletar informações pertinentes por meio da realização das visitas de campo, assim como, mediante conversas com os responsáveis pela execução da obra.

### 3.3. Levantamento e caracterização do estudo de caso

A pesquisa de campo e pesquisa bibliográfica foram as práticas abordadas nos procedimentos técnicos, possibilitando a oportunidade de observar o local de estudo, fazendo análises e levantamentos de campo para a familiaridade do objeto analisado. O estudo de campo buscou a localização, a caracterização e as análises, fundamentadas em trabalhos similares e normas vigentes, de cunho abrangente sobre a pesquisa.

## 4. RESULTADOS E ANÁLISES

A pesquisa possibilitou uma reflexão crítica a respeito da execução de fundações superficiais, estudo de caso em residência unifamiliar, pautada em diretrizes de segurança estrutural, em conformidade com as normas vigentes, ABNT/NBR 6122:2010 e ABNT/NBR 15.575:2013. No Quadro 3 constam etapas observadas durante a fase de execução de obra do estudo de caso.

**Quadro 3:** Estudo de Caso - etapas de execução da obra.

| N. | Imagens | Descrição   |
|----|---------|---|
| 1  |         | <p>Realização da limpeza do terreno e escavação das valas até a cota especificada no projeto de fundação.</p>   |
| 2  |         | <p>Colocação das armaduras e das fôrmas de madeira, para a concretagem das vigas baldrames.</p>   |
| 3  |         | <p>Impermeabilização das vigas baldrames.</p>   |
| 4  |         | <p>Nivelamento e compactação dos ambientes. Após a marcação das primeiras fiadas para a delimitação dos espaços, iniciar a vedação vertical, com a execução das paredes em alvenaria convencional, com tijolos cerâmicos e supraestrutura em concreto armado.</p> |
| 5  |         | <p>Finalização da vedação vertical intertravada com vigas, pilares, vergas e contravergas de concreto armado.</p>   |
| 6  |         | <p>Acabamento das paredes com reboco para receber pintura ou revestimento cerâmico.</p>   |

Fonte: Autores.

#### 4.1. Caracterização do estudo de caso

O objeto de estudo foi a análise de execução da fundação superficial, no canteiro de obra, de uma residência unifamiliar, de pequeno porte. Essa obra foi executada por mão de obra local da cidade de Santana do Araguaia-PA. O estudo de caso está localizado na mesorregião do sudeste paraense, aproximadamente cerca de mais de 1200 km da capital do estado do Pará (IBGE, 2011; IBGE, 2020).

O município de Santana do Araguaia fica localizado na região sul do Pará, com a seguinte caracterização: área territorial de 11.591,44 km<sup>2</sup>, população residente de 32.413 pessoas, densidade demográfica de 2,80 hab/km<sup>2</sup>, escolarização (6 a 14 anos) de 90,9% e índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,602 (IBGE, 2011; IBGE, 2020).

A partir da caracterização do estudo de caso, foi possível analisar as tomadas de decisão técnica para a execução da fundação superficial da edificação de uso residencial unifamiliar. Este trabalho buscou de modo objetivo avaliar as etapas da construção desse edifício, considerando a seleção do sistema construtivo, da mão de obra, dos materiais e componentes construtivos.

A pesquisa teve acesso ao cotidiano construtivo da empresa que executou a edificação de uso residencial, tipo unifamiliar, isolada no lote. Também teve acesso as frentes de trabalho da mão de obra, em diferentes etapas de execução. O avanço da obra oportunizou o estudo de acompanhar as diferentes etapas da construção de uma edificação.

#### 4.2. Análise do estudo de execução

A partir da coleta de dados foi possível realizar comparações com o projeto estrutural de fundação, identificando as particularidades existentes, problemas encontrados durante a execução, além de comparar com as determinações propostas pelas normas ABNT/NBR 6122:2010 e ABNT/NBR 15.575:2013.

Os resultados obtidos apresentaram aspectos relevantes sobre a importância do estudo prévio que colaboram para a determinação da melhor solução de fundação considerando a especificidade local do tipo de solo associada a demanda de carga, para otimizar o cálculo estrutural do projeto de fundação.

Também foi verificado o uso recorrente do sistema construtivo convencional no mercado construtivo de Santana do Araguaia. Esse sistema em proporção maior adota a padronização do uso de vedação vertical em alvenaria com uso de tijolos cerâmicos e estrutura em concreto armado.

Por meio da análise comparativa, no decorrer do acompanhamento da execução da fundação superficial, nas visitas técnicas, observou-se a técnica praticada no estudo de caso, associando as etapas de execução com a norma de projeto e execução de fundações, ABNT/NBR 6122:2010.

No cotidiano do mercado construtivo foi comum o uso de termos técnicos desassociados do elemento estrutural de acordo com as normas vigentes. A estratégia de observação possibilitou a interação com os operadores da construção, tornando possível a compreensão do dialeto utilizado, associando ao termo técnico adequado, em conformidade com a ABNT/NBR 6122:2010.

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho buscou sistematizar o acompanhamento para observação analítica, das etapas de execução da fundação superficial em uma residência unifamiliar, de pequeno porte, de Santana do Araguaia-PA, considerando um estudo comparativo correlacionado ao cumprimento de requisitos de normas vigentes.

A revisão bibliográfica e documental validou o estudo de caso, associada a pesquisa de campo, que mostrou o uso significativo de técnicas construtivas convencionais, com pouco aporte tecnológico e ainda muito pautado na produção manual e no alto índice de impacto ambiental, como por exemplo, a geração de resíduos de construção e o seu descarte irregular, por vezes de modo clandestino.

O trabalho buscou sistematizar os dados obtidos na pesquisa para o direcionamento do despertar de uma reflexão crítica sobre o mercado construtivo santanense. Esse estudo pressupõe sua utilidade aos construtores locais, órgãos reguladores, projetistas, engenheiros, arquitetos urbanistas, técnicos em edificações, empreiteiros, enfim, aos profissionais diretamente ligados ao mercado construtivo, servindo de balizamento para intervenções com impacto positivo ao meio ambiente, mediante a melhoria de indicadores de qualidade.

A pesquisa recomenda novos estudos para averiguar a capacidade mecânica de acordo com a aplicabilidade de carga e a capacidade da impermeabilização desse elemento estrutural. A abordagem quantitativa pode facilitar a compreensão da descrição do desempenho da fundação superficial.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O Edifício até sua Cobertura**. São Paulo: Edgar Blucher.Ltda.,1988.

BARBOSA, Eduarda Pereira. **Fundações Rasas e Profundas**. São Paulo: Platos Soluções Educacionais, 2021.

FERRARI, V. J. **Reforço à flexão de vigas de concreto armado com manta de polímero reforçado com fibras de carbono (PRFC) aderido a substrato de transição constituído por compósito cimentício de alto desempenho**. 2007. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Demográfico 2010, Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:



<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/braganca.html>>. Acesso em: 17 fev. de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **População estimada, 2020**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/braganca.html>>. Acesso em: 17 abr. de 2021.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. Em Aberto, v. 5, n. 31, 2011. Disponível em: <<http://rbepold.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/1605/1577>>. Acesso em: 19 fev. 2023.

SANTOS, J. A.; FILHO, D. P. **Metodologia científica**. 2012. Disponível em: <<http://ava.institutoalfa.com.br/tcc/apostila-de-metodologiacyient%C3%ADfica.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2023.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2009.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROEG) pelo apoio financeiro à pesquisa, mediante o Programa de Apoio a Laboratório de Ensino (PROLAB 2023) e ao Escritório Modelo de Engenharia Civil (EMEC).