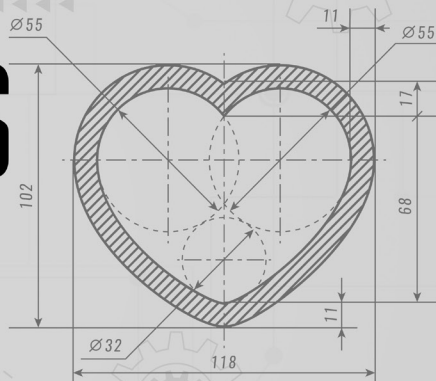


COLEÇÃO

# “ENGENHARIAS EU TE AMO”

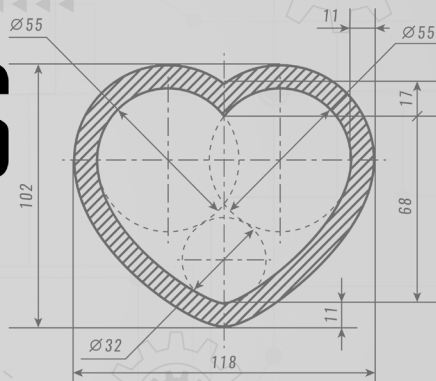


# ENGENHARIA CIVIL

ARMANDO DIAS DUARTE  
(ORGANIZADOR)

COLEÇÃO

# “ENGENHARIAS EU TE AMO”



# ENGENHARIA CIVIL

ARMANDO DIAS DUARTE  
(ORGANIZADOR)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Fernanda Jasinski

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof<sup>o</sup> Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Coleção “Engenharias eu te amo”: engenharia civil

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Armando Dias Duarte

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C691	<p>Coleção “Engenharias eu te amo”: engenharia civil /  Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa -  PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF  Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  Modo de acesso: World Wide Web  Inclui bibliografia  ISBN 978-65-258-1238-0  DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.380230603">https://doi.org/10.22533/at.ed.380230603</a></p> <p>1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias. II. Título.  CDD 624</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA



A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

A obra “Engenharia eu te amo” é uma coleção de trabalhos científicos que busca aprimorar o conhecimento na área da Engenharia Civil. Composta por capítulos categorizados e interdisciplinares, a coleção apresenta estudos realizados em diversas instituições de ensino e pesquisa no Brasil, abordando temas como a avaliação socioeconômica de um assentamento no Rio Grande do Norte, a discrepância planimétrica por meio da estação total Geodetic GT2i-10H, roteiros para cálculo de painéis pré-fabricados e a composição de tijolos de solo-cimento com fibras vegetais de jute e malva.

A proposta da coleção é fornecer soluções inovadoras para questões atuais que possam ser aplicadas tanto no campo acadêmico quanto no profissional, de modo a contribuir para a tomada de decisão. Além disso, a obra busca incentivar a divulgação científica como um importante meio para o desenvolvimento da nação e ressalta a responsabilidade dos pesquisadores na transmissão de conhecimentos por meio de plataformas confiáveis, como a Atena Editora.

Armando Dias Duarte



<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
A IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA NO ASSENTAMENTO 3 DE AGOSTO, ZONA RURAL DE LAJES/RN	
Ana Raira Gonçalves da Silva	
Bárbara Gysele Barbosa de Oliveira	
Maria Eduarda de Souza Silva	
Sandra Conceição Nascimento Dionísio	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3802306031">https://doi.org/10.22533/at.ed.3802306031</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>14</b>
ROTEIRO DE CÁLCULO PARA PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS PROTENDIDOS	
João Victor Kapuscinski	
Andreza Frare	
Dyorgge Alves Silva	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed3802306032">https://doi.org/10.22533/at.ed3802306032</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>31</b>
DIVERGÊNCIA PLANIMÉTRICA DE MEDIDAS ELETRO ÓTICAS EM DIFERENTES ALVOS E DISTÂNCIA	
Marcilene Soares do Nascimento	
Juliana Fernandes da Silva	
Tainara Mendes Ribeiro	
Ana Flávia Silva Sousa	
Nagíbio José Paranhos	
Jonathan da Rocha Miranda	
Juliana Terezinha Santos da Cruz	
Luana Kássia Gomes Linhares	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3802306033">https://doi.org/10.22533/at.ed.3802306033</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>40</b>
TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM FIBRAS VEGETAIS DE JUTA E MALVA	
Felipe Prestes Batista	
Fernando de Farias Fernandes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3802306034">https://doi.org/10.22533/at.ed.3802306034</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR .....</b>	<b>48</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>49</b>

## A IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA NO ASSENTAMENTO 3 DE AGOSTO, ZONA RURAL DE LAJES/RN

*Data de aceite: 01/03/2023*

**Ana Raira Gonçalves da Silva**

Universidade Federal Rural do Semi-árido  
- UFERSA  
Mossoró/RN

**Bárbara Gysele Barbosa de Oliveira**

Escola Estadual Pedro II - EEPII  
Lajes/RN

**Maria Eduarda de Souza Silva**

Escola Estadual Pedro II - EEPII  
Lajes/RN

**Sandra Conceição Nascimento Dionísio**

Escola Estadual Pedro II - EEPII  
Lajes/RN

**RESUMO:** As estradas são vias não pavimentadas que permitem às famílias moradoras da zona rural ter acesso à bens e serviços essenciais a sua sobrevivência. Porém, durante a locomoção entre a zona rural e a zona urbana essas famílias podem enfrentar dificuldades no direito de ir e vir devido as condições físicas da estrada, que como consequência influencia no desenvolvimento social e econômico da comunidade. Assim, com o intuito de investigar a importância socioeconômica da pavimentação da estrada situada no

Assentamento 3 de agosto, zona rural do município de Lajes/RN, esta pesquisa quali-quantitativa, descritiva e estratégica, classificada quanto aos procedimentos como um Estudo de caso, utilizou como metodologia o levantamento bibliográfico em monografias, dissertações e artigos; a análise das condições físicas da estrada, por meio de uma visita e fotografias; a aplicação de um questionário semiestruturado direcionado aos assentados, contendo as seguintes variáveis: caracterização do perfil dos moradores do assentamento; produção agrícola realizada no assentamento e verificação dos transtornos enfrentados no deslocamento à zona urbana pela falta de pavimentação; e por fim os resultados e discussões, que foram apresentados em fotos e gráficos e discutidos para as considerações acerca dos objetivos desta pesquisa. Ao final foi possível constatar que a estrada não possui manutenção periódica e por isso não mantém sua funcionalidade, pois encontra-se com muitas erosões que prejudicam o tráfego e a segurança da mobilidade dos assentados para acesso à bens e serviços; influenciando também na produção agrícola, pois a estrada é essencial em todo o processo das atividades agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção; Pavimento; Vias; Mobilidade; Economia.

## THE SOCIOECONOMIC IMPORTANCE OF ROAD PAVING IN THE 3 DE AGOSTO SETTLEMENT, RURAL AREA OF LAJES/RN

**ABSTRACT:** Roads are unpaved roads that allow families living in rural areas to have access to goods and services essential to their survival. However, during the locomotion between the rural and urban areas, these families may face difficulties in the right to come and go due to the physical conditions of the road, which consequently influences the social and economic development of the community. Thus, in order to investigate the socioeconomic importance of paving the road located in the settlement 3 de Agosto, rural area of the city of Lajes/RN, this quali-quantitative, descriptive and strategic research, classified as a case study, used as methodology the bibliographic survey in monographs, dissertations and articles; the analysis of the physical conditions of the road, through a visit and photographs; the application of a semi-structured questionnaire directed to the settlers, containing the following variables: characterization of the profile of the residents of the settlement; agricultural production carried out in the settlement and verification of the inconveniences faced in moving to the urban area due to the lack of paving; and finally the results and discussions, which were presented in photos and graphs and discussed for the considerations about the objectives of this research. In the end it was possible to verify that the road does not have periodic maintenance and therefore does not maintain its functionality, because it has many erosions that affect the traffic and the safety of the settlers' mobility to access goods and services; also influencing the agricultural production, because the road is essential in the whole process of agricultural activities.

**KEYWORDS:** Construction; Pavement; Roads; Mobility; Economy.

### 1 | INTRODUÇÃO

As estradas são definidas tecnicamente como elementos geográficos, existentes nas paisagens rurais, que permitem o acesso das pessoas à área rural, possibilitando, portanto, segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2022), o deslocamento dos moradores da área rural à área urbana, para que assim tenham acesso aos serviços básicos como saúde; trabalho; lazer e educação; e por isso são chamadas de estradas rurais, pois conectam a área rural ao centro urbano.

As estradas rurais não possuem pavimentação, porém, de acordo com Souza et.al (2019), tem grande importância na integração em torno do espaço da zona rural com a zona urbana, sendo um canal de escoamento da produção agrícola para fornecimento a toda população. Sua importância não está somente no transporte dos produtos agrícolas, mas em todo o processo, desde a abertura do terreno, em que é preciso preparar o solo para o plantio; durante as operações de manejo; para proteção da colheita até o transporte da produção. É, portanto, o desenvolvimento científico, econômico e tecnológico que leva ao aumento do uso dos recursos naturais responsáveis por suprir grande parte das necessidades do homem, levando à necessidade de haver um planejamento de estradas

rurais e em algumas situações a sua pavimentação.

Sobre a importância de se ter vias pavimentadas Rossi (2017) afirma:

A pavimentação é de importância muito significativa para a população, em um mundo globalizado é impossível não necessitar de vias pavimentadas para se locomover. Obviamente que em alguns locais nem sempre há uma pavimentação adequada, ou nem mesmo qualquer pavimentação, mas é importante que se entenda que um projeto de um pavimento bem estruturado e bem executado pode trazer benefícios não só para motoristas e sim para a população como um todo (Rossi, 2017 pag.11).

As estradas pavimentadas, portanto, são importantes e trazem muitos benefícios para a população, pois a pavimentação proporciona maior possibilidade de mobilidade com mais segurança; diminui problemas com manutenção e acidentes, uma vez que no período chuvoso as estradas apresentam muita lama, dificultando a passagem de carros, motos, bicicletas e pessoas; além de possibilitar melhores relações de comércio para a agricultura, em especial as áreas de assentamentos rurais, em que os pequenos proprietários não possuem recursos suficientes para investimento em sua produção.

No Brasil, os assentamentos rurais são definidos segundo Sousa (2022) como um conjunto de unidades agrícolas que são implantadas pelo Instituto Nacional de Colonização Agrária, o INCRA, com a proposta de empregar uma área rural que antes não era utilizada, mas que seu proprietário possuía dívida com a união, e dividi-las em lotes para doar a agricultores sem condições financeiras de adquirir um imóvel rural.

Um assentamento rural funciona, de acordo com o INCRA (2021), da seguinte forma: o morador recebe um lote de determinada propriedade rural e deve garantir que irá explorar a terra para seu sustento e da sua família. O agricultor deve zelar pela comunidade e tem a mão de obra familiar na sua produção, entretanto até que o beneficiário possa receber o título de domínio do lote, ele não pode vender, alugar, ou até mesmo doar o lote, sendo fiscalizado pelo INCRA.

Os assentamentos rurais, portanto, são propriedades localizadas em zona rural e destinadas à agricultura, ou seja, para que se mantenha uma área de assentamento os proprietários beneficiários devem utilizar a terra para a atividade agrícola, e para que se tenha um aumento na produção agrícola desses pequenos produtores é necessário que se tenha estradas adequadas e que mantenham seu papel na parte funcional e operacional.

Assim, este trabalho tem como objetivo estudar a importância socioeconômica de uma estrada pavimentada para o Assentamento 3 de agosto, localizado na zona rural do município de Lajes/RN, mostrando os benefícios e as demandas da comunidade. Para isto, utilizou-se como metodologia uma pesquisa estratégica, descritiva e quali-quantitativa, classificada quanto aos procedimentos como um Estudo de caso, em que foi composto pela parte do levantamento bibliográfico, aplicação de um questionário à comunidade, e por fim os resultados e discussões, em que foi apresentado o perfil dos assentados, sua produção agrícola e como se locomovem à zona urbana para acesso a bens e serviço.

Ao fim pode-se concluir que a pavimentação da estrada é fundamental para o desenvolvimento do Assentamento 3 de agosto, pois é através da estrada que os moradores têm acesso à bens e serviços; saúde; educação; lazer e comércio. E atualmente sendo uma estrada não pavimentada, sem manutenção periódica, não mantém sua funcionalidade, pois encontra-se com muitas erosões que prejudicam o tráfego e a segurança da mobilidade dos assentados, influenciando também na produção das atividades agrícolas, pois a estrada é essencial em todo o processo das atividades agrícolas.

## **2 | OBJETIVOS**

### **Geral**

Investigar a importância social e econômica da pavimentação da estrada situada no Assentamento 3 de agosto no município de Lajes/RN.

### **Específicos**

- Averiguar o estado físico referente à manutenção periódica da estrada;
- Levantar os problemas relacionados à estrada vivenciados pelos moradores do assentamento;
- Verificar como à comunidade trata tais problemas.

## **3 | METODOLOGIA UTILIZADA**

O trabalho aqui apresentado trata-se de uma pesquisa estratégica, qualitativa, e de cunho descritivo. Classificada quanto aos procedimentos como um Estudo de caso, para a qual se estudou em monografias, dissertações, artigos, livros e legislação pertinente sobre a criação de assentamentos rurais e a importância social e econômica da pavimentação de uma estrada rural. Para tanto, este trabalho foi dividido em três partes fundamentais: o referencial teórico, elemento que serviu de embasamento para o planejamento e construção do trabalho; a visita à comunidade para fotografar e aplicar um questionário junto aos moradores; e por fim os resultados e discussões, que foram apresentados em fotos e gráficos e discutidos para as considerações acerca dos objetivos desta pesquisa.

O Estudo de caso consistiu em visitar o local objeto desta pesquisa para registrar a situação atual da estrada e aplicar um questionário semiestruturado contendo as seguintes variáveis: caracterização do perfil dos moradores do assentamento; produção agrícola realizada no assentamento e verificação dos transtornos enfrentados no deslocamento à zona urbana pela falta de pavimentação. Ao todo, o assentamento possui 80 residências, totalizando 275 moradores, que fazem parte da população analisada, para a qual foi utilizada como amostra 38% dos representantes de cada residência, totalizando 30 pessoas

entrevistadas representando sua família.

Ao final desta pesquisa os dados obtidos foram analisados e tabulados em planilha eletrônica, para então obter informações quantitativas descritas, que foram transformadas em gráficos para compor os resultados e discussões.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A estrada do Assentamento 3 de agosto possui uma extensão de 1,5 km e é caracterizada por um trecho de grande inclinação, como mostra o perfil longitudinal da estrada na Figura 01.

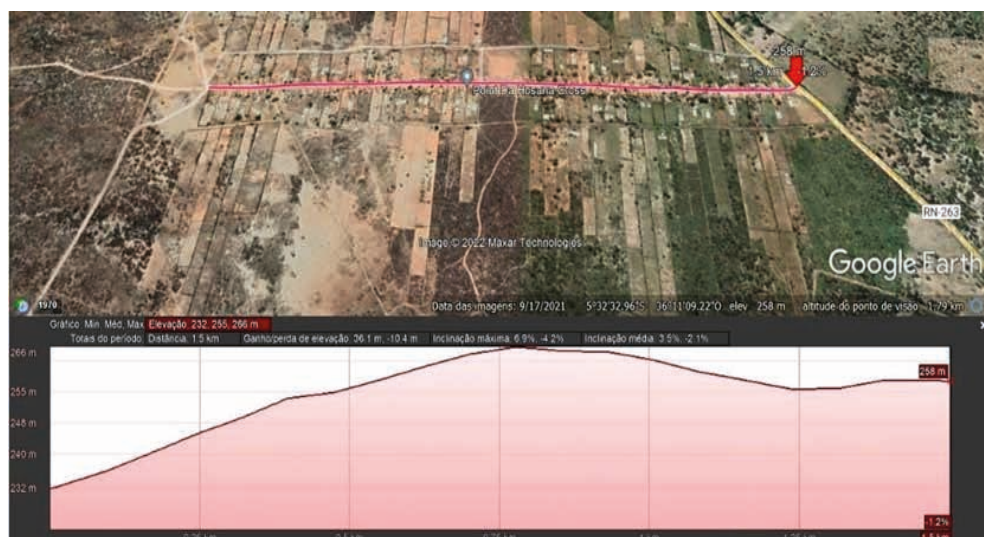


Figura 01: Perfil da estrada do Assentamento

Fonte: Google Earth, 2022.

O trecho da estrada referente ao ponto mais alto possui muitas erosões, que são intensificadas em dias de chuva, pois a água escoava levando parte do solo e ocasionando as erosões pluviais e acúmulo de lama por toda a estrada, tornando-a escorregadia e dificultando a locomoção de pedestres e veículos. As erosões também estão associadas à falta de manutenção da estrada e ao tráfego de transportes pesados, como as caçambas e os ônibus escolares, que diariamente transportam os moradores até a zona urbana para que possam ter acesso aos serviços básicos de educação; saúde, ao necessitarem de consulta, atendimento médico e farmácia; alimentação, ao irem aos supermercados; lazer; e serviços bancários.

Na Figura 02 é possível observar as erosões na estrada, que dificultam o transporte dos moradores que sofrem principalmente por ocasiões de erosão pluvial, e pela falta de

manutenção da estrada.



A: Parte mais baixo da estrada



Figura B: Parte mais alta da estrada

Figura 02: Erosão

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Para amenizar as erosões presentes na estrada os moradores do assentamento utilizam os resíduos da construção civil, como telhas, tijolos, britas e concreto demolido, para nivelar a estrada, cobrindo temporariamente as erosões, como mostra a Figura 03.



A



B

FIGURA 03: Nivelamento com resíduo da construção civil.

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

A tentativa de nivelar a estrada com os resíduos da construção civil se dá devido à dificuldade da passagem de veículos e como forma de prevenir possíveis acidentes por caírem nos buracos existentes, pois no assentamento não possui atendimentos à saúde, como uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA). É, portanto, uma forma, não adequada, que a comunidade encontrou para regularizar a superfície da estrada, uma vez que a estrada necessita de manutenções para proporcionar aos assentados maior mobilidade ao acesso à zona urbana.

Ao longo da estrada, há outros trechos em que há lixo e folhas secas acumuladas nos buracos, como mostra a Figura 04.



Figura 04: Lixo nos buracos

Fonte: Dados de pesquisa, 2022.

Dessa forma, em relação as condições físicas da estrada, é possível afirmar que a falta de pavimentação leva à ocorrência de problemas de drenagem de água pluvial e poluição ambiental, que influenciam diretamente nas condições de mobilidade para os assentados. Os problemas de drenagem pluvial acontecem em toda extensão da estrada, pois em período chuvoso as erosões são intensificadas pela ocorrência das erosões pluviais, além de tornar o solo escorregadio; e os problemas ambientais, observados pelo acúmulo de lixos, como garrafas, sacolas, e folhas secas de árvores que ao serem lançadas na estrada se acumulam nos buracos, causando poluição do meio ambiente.

Após o registro fotográfico da estrada o questionário foi aplicado aos assentados, que inicialmente foram indagados sobre a faixa etária, para então identificar como está composta a amostra da população em estudo, como mostra a Figura 05.



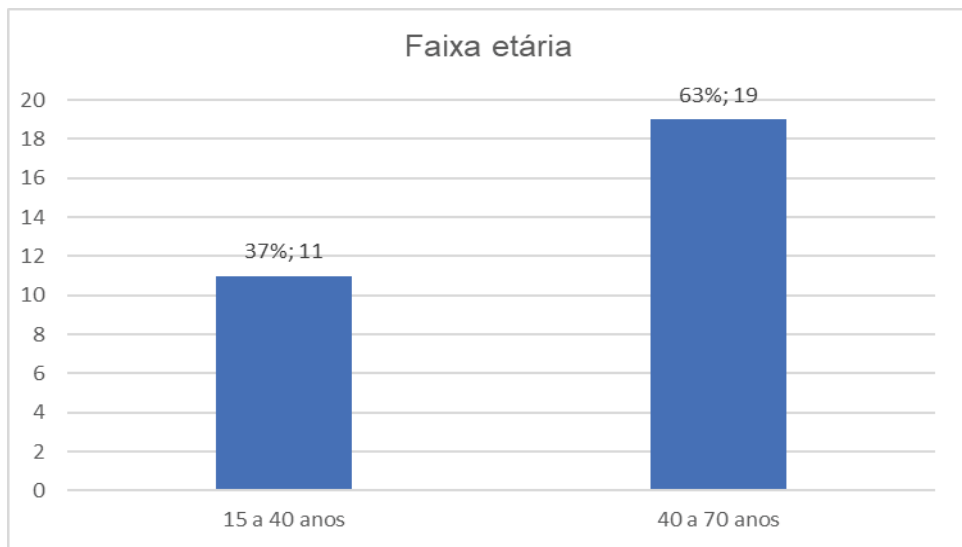


Figura 05: Faixa etária

Fonte: Dados da pesquisa, 2022

Portanto, dentre a faixa etária dos moradores que participaram do questionário, 37% possuem idade compreendida entre 15 e 40 anos e 63% entre 40 e 70 anos. Para identificar o percentual de homens e mulheres na amostra analisada, foi indagado sobre o sexo dos entrevistados, como mostra a Figura 06.

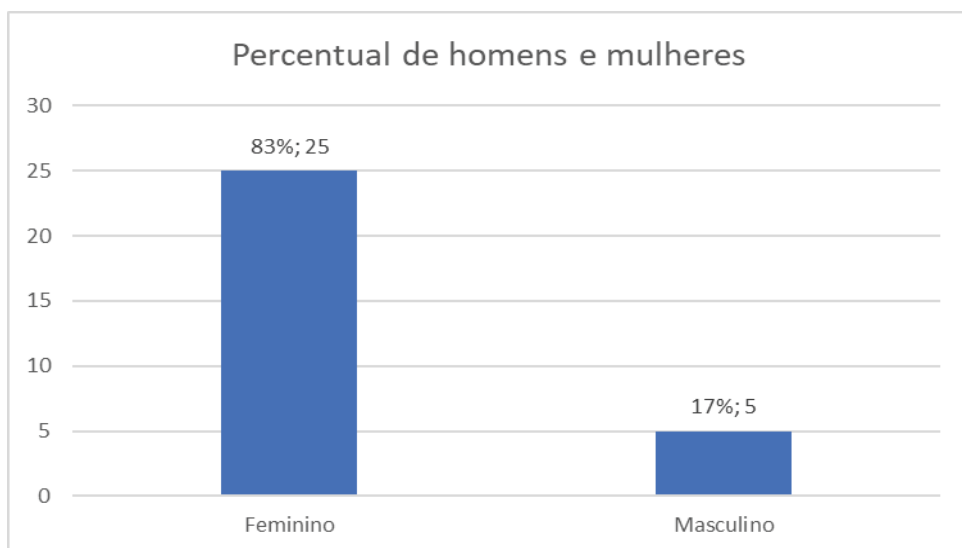


Figura 06: Percentual de homens e mulheres.

Dados de pesquisa, 2022.

A amostra está distribuída de forma que 83% são do sexo feminino e 17% do sexo masculino, ficando caracterizada por 83% serem mulheres e 63% estarem na faixa etária de 41 a 70 anos.

Como não há serviços básicos no assentamento e todos os serviços são realizados na zona urbana, os assentados precisam de transporte diariamente, por esse fato foi questionado como é feito a locomoção para a zona urbana, se em transporte público ou em veículo próprio, como mostra a Figura 07. Para essa pergunta os entrevistados puderam escolher as duas alternativas, pois é comum o uso do transporte oferecido pela Prefeitura Municipal de Lajes, mesmo que tenham algum tipo de veículo.

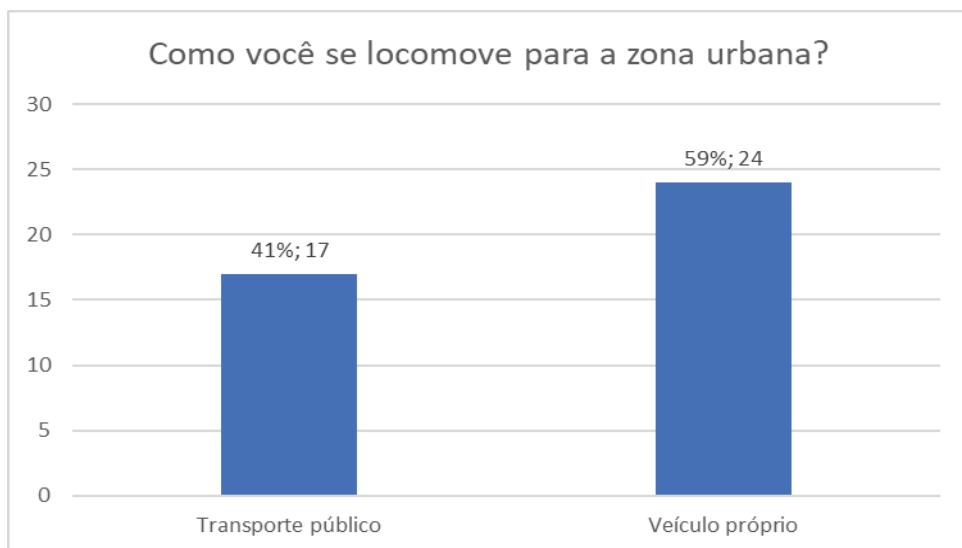


Figura 07: Como você se locomove para a zona urbana?

Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

De toda a amostra analisada 59% dos entrevistados se locomovem para a zona urbana em veículo próprio e 41% utilizam o transporte público.

Como o assentamento é uma área dividida em lotes e doados aos assentados para o exercício da produção agrícola, foi questionado aos entrevistados se eles exercem a atividade de agricultura, como mostra a Figura 08.

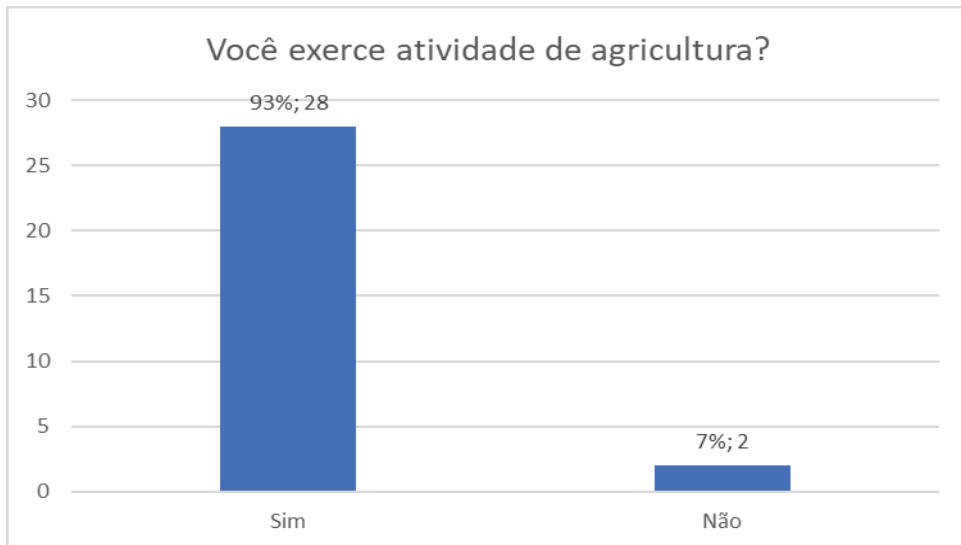


Figura 08: Você exerce atividade de agricultura?

Dados de pesquisa, 2022.

Da amostra, 93% exercem atividade de agricultura contra 7% que não exercem. Diante desse dado, foi questionado então aos que exercem a atividade o que eles cultivam em seus lotes, dentre as opções aparecem tanto alimentos para o homem quanto para os animais, como mostra na Figura 09.

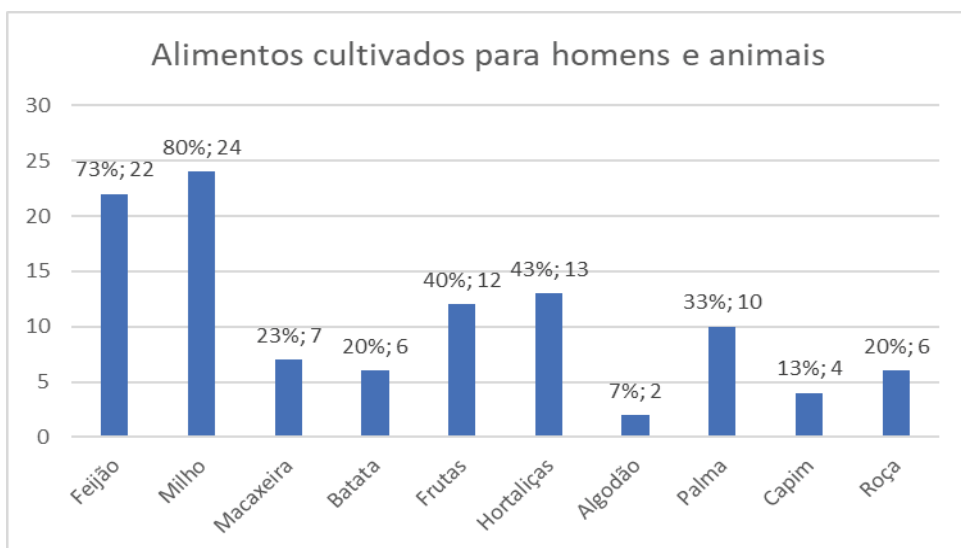


Figura 09: Alimentos cultivados para homens e animais

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Para essa indagação as pessoas responderam mais de uma opção, pois plantam diferentes alimentos na propriedade rural. Atualmente estão cultivando: feijão, milho, macaxeira, batata, frutas, hortaliças, algodão, palma, capim e roça.

Tendo em vista a variedade de cultivo, foi questionado se “sua agricultura é para consumo próprio ou comércio?”, como mostra a Figura 10.

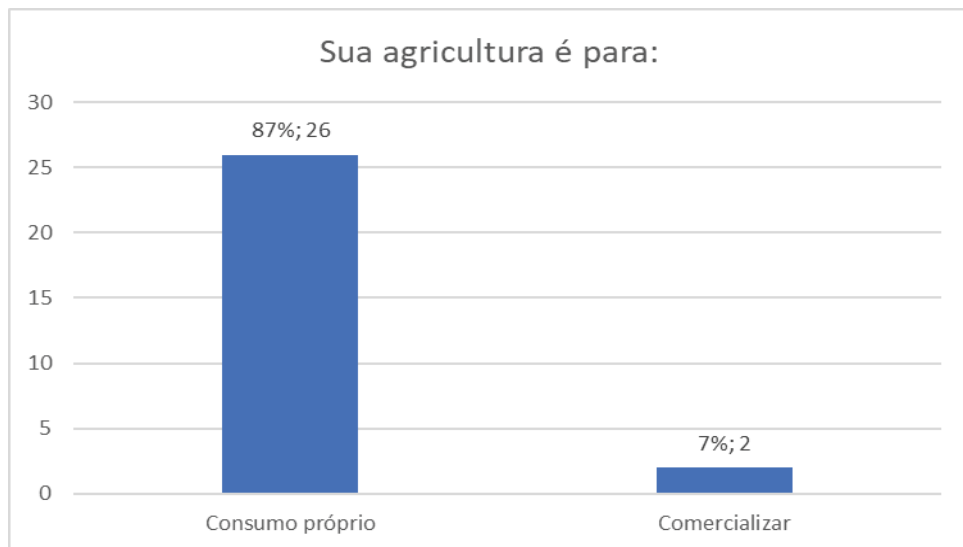


Figura 10: Sua agricultura é para consumo próprio ou comércio?

Dados da pesquisa, 2022.

Dos 28 entrevistados que exercem atividade de agricultura, 87% plantam para o consumo próprio e 7% para comercializar, ou seja, somente dois assentados exercem a atividade de agricultura para comercializar seus produtos fora do assentamento, pois para o acesso à zona urbana é necessário que se tenha transporte adequado e recursos financeiros para manter os veículos trafegando pela estrada, que atualmente encontra-se sem manutenção e com bastante danificada. É a estrada que possibilita às pessoas da zona rural chegarem à cidade, sendo de grande importância a sua pavimentação, pois quando as estradas são pavimentadas possibilitam maior acesso a bens e serviços, além de diminuir problemas de infraestrutura, e melhorar as condições de tráfego.

A falta de pavimentação da estrada do Assentamento 3 de agosto além de trazer dificuldades e transtornos na parte operacional e funcional da estrada, pode ocasionar doenças respiratórias devido à poeira. Foi então questionado: “quais os transtornos causados pela falta de pavimentação?”, e todos os entrevistados afirmaram que em primeiro lugar está a dificuldade no tráfego de veículos como mostra a Figura 11.

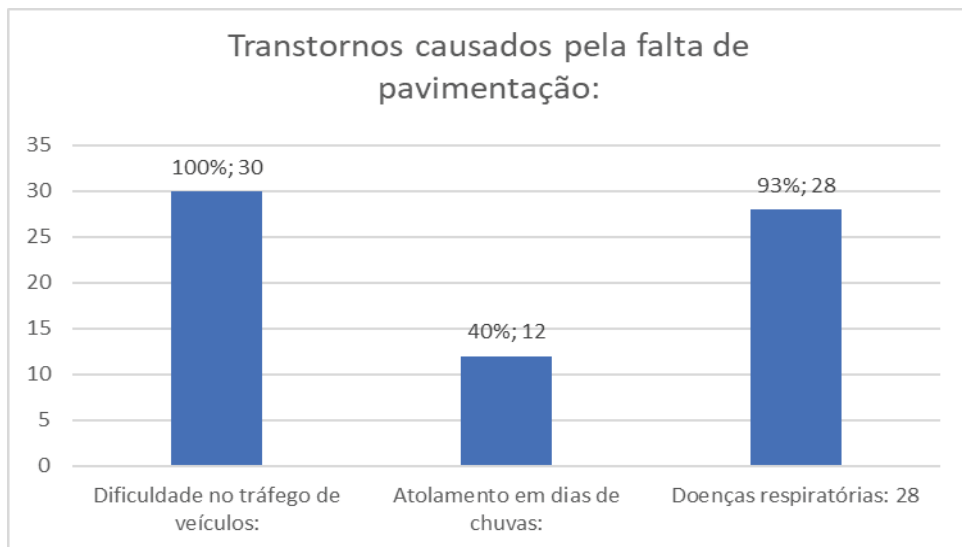


Figura 11: Transtornos causados pela falta de pavimentação

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Para essa pergunta os entrevistados puderam escolher mais de uma opção e 40% afirmaram também que o atolamento de veículos em dia de chuva gera transtorno; e 93% que a falta de pavimentação causa doenças respiratórias.

Dessa forma, com a análise dos dados coletados no questionário é possível afirmar que há grande necessidade de pavimentar a estrada, pois todas as famílias necessitam de acesso à zona urbana, e o fazem pela estrada em questão, mas devido às condições físicas da estrada, constatadas nas fotografias, acabam tendo bastante dificuldade para fazer a passagem dos veículos. Portanto, é de suma importância a pavimentação no assentamento pois além de diminuir a possibilidade de doenças respiratórias, diminuiria também os acidentes que podem acontecer em período de chuva em que a estrada fica escorregadia, possibilitando melhor tráfego de veículos, menos manutenção dos veículos; melhor infraestrutura e um planejamento em drenagem de água pluvial, além de possibilitar melhores condições para o transporte de mercadorias e o incentivo à expansão da produção agrícola no assentamento.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou entender que o desenvolvimento socioeconômico de um assentamento rural está diretamente relacionado às condições físicas da estrada que liga o assentamento à zona urbana, pois é através da estrada que os assentados têm acesso à bens e serviços essenciais à sua sobrevivência, e podem escoar seus produtos agrícolas, uma vez que sendo beneficiários recebem um lote de uma propriedade rural para

desenvolver atividade agrícola e tornarem-se pequenos produtores.

Dessa forma, esta pesquisa propôs como objetivo geral investigar a importância social e econômica da pavimentação da estrada situada no Assentamento 3 de agosto no município de Lajes/RN, uma vez que para os assentados desta propriedade todos os serviços básicos, como educação, saúde e lazer são realizados na zona urbana, assim como atividades de comercialização de seus produtos. Para atingir a compreensão dessa realidade definiu-se três objetivos específicos: averiguar o estado físico referente à manutenção periódica da estrada; levantar os problemas relacionados a estrada vivenciados pelos moradores do assentamento, e verificar como a comunidade trata tais problemas. Como procedimentos metodológicos foi realizado um levantamento bibliográfico; verificada a condição física da estrada por meio de uma visita para então fotografar a situação atual em que se encontra; e foi aplicado um questionário semiestruturado com aos moradores, para então identificar os principais resultados da análise, que consiste em apresentar o estado em que se encontra a estrada, com muitos buracos pela falta de manutenção e sem drenagem da água pluvial; e levantar o quantitativo de beneficiários que plantam, o que plantam e se comercializam, uma vez que o assentamento é destinado para a atividade de produção agrícola, que só poderá ser escoada pela estrada.

Para pesquisas futuras e como forma de continuidade deste trabalho pode-se realizar o estudo sobre o perfil da estrada situada no assentamento 03 de agosto ou o estudo sobre a drenagem pluvial no assentamento 03 de agosto.

## REFERÊNCIAS

ANA. **Estradas não pavimentadas**. Disponível em: < [https://capacitacao2.ana.gov.br/conhecer/bitstream/ana/2233/4/Unidade\\_4.pdf](https://capacitacao2.ana.gov.br/conhecer/bitstream/ana/2233/4/Unidade_4.pdf).> Acesso em: 10 de out. 2022

SOUSA, Priscila. *Conceito de assentamento*. (26 de maio de 2022). Conceito.de. Disponível em: <<https://conceito.de/assentamento>> Acesso em: 24 de set. 2022.

INCRA. **Assentamentos**. Disponível em: < <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentos>> Acesso em: 12 de nov. 2022.

ROSSI, A.C. **Etapas de uma obra de pavimentação e dimensionamento de pavimento para uma via na ilha do fundão**. 2017. 63 f. Monografia. Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, 2017.

SOUZA, F.F.B. et. al. **Estudo da implantação de Estradas rurais não pavimentadas no município de Jacareí/SP**. In: Congress of Industrial Management and Aeronautical Technology, VI, 2019, São José dos Campos. Anais, v.1 n.6, p. 418 – 430, out. 2019. Disponível em: < <https://publicacao.cimatech.com.br/index.php/cimatech/article/view/216/89>> Acesso em: 20 de nov. 2022

# ROTEIRO DE CÁLCULO PARA PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS PROTENDIDOS

*Data de submissão: 17/01/2023*

*Data de aceite: 01/03/2023*

**João Victor Kapuscinski**

Centro Universitário Campo Real  
Guarapuava – PR

**Andreza Frare**

Centro Universitário Campo Real  
Guarapuava – PR  
<http://lattes.cnpq.br/0514726011482007>

**Dyorgge Alves Silva**

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Guarapuava – PR  
<http://lattes.cnpq.br/8573369439574030>

**RESUMO:** O sistema construtivo de pré-fabricados tem uma boa utilização, quando falamos de uma obra mais limpa, rápida e com peças de qualidade superior, isso pelo fato de existir um controle de qualidade muito grande, assim é utilizado ensaios laboratoriais, com uma junção de agregados, aditivos, entre outros. Pensando nisso, foi acompanhado o método de execução de painéis pré-fabricados protendidos, o qual precisa passar por algumas etapas construtivas, que foram detalhadas no trabalho, deste modo, sabendo como era o método construtivo, foi determinado um dimensionamento, sendo apresentado

os materiais utilizados, tal como, o seu cálculo específico. Assim podemos detalhar as peças no projeto, os seus momentos e podendo ser executado a partir desse trabalho, os painéis pré-fabricados protendidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Protensão; Painéis; Concreto protendido.

## CALCULATION SCRIPT FOR PREFABRICATED PROSTRESSED PANELS

**ABSTRACT:** The prefabricated laboratory system has a good interpretation, when used in a cleaner work, with superior quality parts, due to the fact that there is a great quality control, as it is used in tests, with a great importance of aggregates, additives, among others. With that in mind, the method of execution of the prefabricated prestressed panels was followed, which needs to go through some constructive steps, which were foreseen in the work, and thus presented, knowing how the construction method was determined, it was a dimensioning, being the materials used, such as your specific. In this way, we can detail the parts, their moments and thus the prefabricated protected panels can be

executed from these works.

**KEYWORDS:** Pretension; panels; prestressed concrete.

## 1 | INTRODUÇÃO

O conjunto construtivo de pré-fabricados vem tendo um enorme crescimento com o decorrer do tempo, com tudo, ainda sendo visto como “segundo plano” em diversas áreas. Segundo El Debs (2000) A construção civil tem sido considerada uma indústria atrasada quando comparada a outros ramos industriais, isso ocorre, por conta de baixa produtividade, desperdício imenso de materiais, morosidade e muito baixo controle de qualidade. As metodologias construtivas de pré-fabricados proporcionam uma melhoria no controle de qualidade, também sendo um dos métodos que menos causa desperdício na obra e em outro ponto de vista, os custos que trazem são menores.

Um ponto importante sobre tudo isso é o que procuramos que na maioria das vezes é um produto de qualidade e que seja de baixo custo, tendo uma mão de obra rápida e eficaz. Com isso, podemos utilizar a substituição de alvenaria estrutural, alvenaria de cerâmica, dentre outros, pela utilização de painéis de concreto protendido. É um sistema utilizado geralmente em obras de pré-fabricados, onde os painéis saem prontos para utilização, de tais vãos específicos da obra. Podendo ter mais rapidez na produção, na execução e na parte do acabamento. Ainda para El Debs (2000), as características do CPM (concreto pré-moldado) criam alguns benefícios de extrema importância para a construção, como por exemplo: redução de tempo de construção, controle melhor dos componentes de CPM e fazendo reduzir o desperdício de materiais na obra.

O sistema de protensão nada mais é do que aumentar a resistência do concreto, constituindo a ideia de esticar cabos ao seu limite elástico, utilizando um macaco hidráulico, tendo uma tração, podendo aguentar diversos limites entre ela e também podendo suportar vãos imensos. A protensão pode ser feita entre dois tipos, pré-tracionadas ou pós-tracionadas. As peças são fabricadas em formas específicas, podendo utilizar os dois meios citados. Segundo Leonhardt(1983, página 10), que através da protensão, os esforços de tração tendem a anular as tensões de compressão antes de mesmo de existir as tensões de tração no concreto.

Os painéis são as paredes da obra em pré-fabricados, tendo em vista que para ter uma parede em alvenaria estrutural precisamos passar por diversas etapas, para que chegue na parte desejável. Pensando nisso, podemos dizer que pulamos muitas etapas quando comparada à alvenaria estrutural.

O intuito desta pesquisa é chegar a um roteiro cálculo específico para o dimensionamento do painel, que comporte os cabos de aço para um determinado vão.



## 2 | PAINÉIS PROTENDIDOS

Segundo Carvalho (2012), “o uso de painéis que são projetados para resistir apenas ao seu peso, além de ações horizontais, ou também para resistir a coberturas e lajes”.

Para Acker (2002), os sistemas para fachadas, podem ser constituídos por painéis de fechamento maciços ou sanduíches, os quais podem possuir ou não função estrutural é comumente utilizada externamente ou internamente. Continua Acker (2002), “os sistemas de fechamento pré-fabricados oferecem vantagens de rapidez na construção, de acabamento liso, de isolamento acústico e de resistência a fogo. Acker (2002) acrescenta que, “para edifícios industriais e armazéns, é utilizado painéis nervurados protendidos, isso por relação da sobrecarga e de seus grandes vãos, eles são caracterizados pela sua leveza e por vencer vãos imensos.”

Conforme a norma ABNT NBR: 16475(2017), o projeto para estruturas de painéis de paredes de concreto pré-moldado deve seguir alguns pontos: 1. sistema estrutural de acordo à função pretendida para a edificação; 2. análise da estabilidade estrutural global, considerando a rigidez das ligações dos painéis de parede pré-moldados estruturais; 3. combinações de ações compatíveis e representativas; 4. estudo de todos os elementos estruturais atribuídos; 5. identificação de materiais seguindo os dimensionamentos realizados; 6. as normas conforme a ABNT NBR 9062 relativos a projetos em situação de incêndio; 7. Os requisitos da ABNT NBR 15575, aplicado na qual se considera o desenvolvimento do edifício concluído.

Conforme a ABNT NBR:16475(2017), em relação ao projeto dos painéis, “deve respeitar as disposições construtivas, como espaçamento das barras, dobramento, emenda e demais especificações, conforme ABNT NBR 6118.” Acrescenta ainda, que o detalhamento das armaduras deve ser conforme aos requisitos de proteção das armaduras, quanto à corrosão, e os cobrimentos mínimos das armaduras dos painéis de parede estruturais pré-moldados.

Os painéis de parede pré-moldados podem ser projetados utilizando-se de reforço estrutural proveniente de armaduras e fibras. Deste modo pode ser utilizado como armadura de concreto armado ou protendido: telas soldadas, vergalhões, treliças, cordoalhas, fios de protensão e conectores metálicos, de acordo com a ABNT NBR:16475(2017). Em relação às barras, fios e as cordoalhas de aço, que vai ser utilizado nos elementos de concreto protendido, devem obedecer, as normas ABNT NBR:7482(2020) e ABNT NBR:7483(2008).

De acordo com a ABNT NBR: 7482(2020), os fios se classificam em dois tipos de categorias para diâmetro nominal, isso com a resistência à tração adequada, as quais podem ser observadas na tabela 1 e 2 da norma. Isso leva em conta a relação entre os relaxamentos dos cabos, podemos considerar os dois tipos como, relaxação normal (RN) e relaxação baixa (RB).

A ABNT NBR: 7483(2008), nos mostra uma classificação das cordoalhas sendo elas

como, cordoalhas de três fios e cordoalhas de sete fios, além disso, a são classificadas também conforme a resistência de cada cordoalha, categorizadas como CP-190 e CP-210. Os números que foram atribuídos, 190 e 210, representam o limite da resistência à tração na unidade de quilograma de força por milímetro quadrado. Para essa norma, consideramos  $1 \text{ kgf/mm}^2 = 9,81 \text{ MPa}$ .

### **3 | PROTENSÃO DOS PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS PROTENDIDO**

Os painéis pré-fabricados protendidos, são especificados como uma pré-tração, pois se trata de os cabos serem tracionados antes do lançamento do concreto auto adensável, e também a protensão se dá com a aderência do concreto e da mesma, após a sua cura total.

A questão da intensidade de protensão, é preciso manter a durabilidade das peças evitando a corrosão da armadura e assim, deve-se fazer a verificação nos limites de serviço referente à fissuração. Os cuidados para peças protendidas devem ser dobradas ao comparada com a armada, no caso da armadura ativa, o risco de protensão é maior que as armaduras passivas devido a intensidade de tensão atuante na primeira.

A norma define os tipos de protensão os quais são: protensão completa, protensão limitada e protensão parcial. Para que possamos definir qual tipo de protensão utilizar em devidas peças, é preciso saber o qual o tipo da construção a ser feita ou da agressividade do meio ambiente. De uma maneira geral, para elementos com aderência posterior utiliza-se protensão parcial em ambientes com fraca e moderada agressividade, e para ambientes com agressividade forte e muito forte recomenda-se a protensão limitada e a completa. Para elementos com aderência inicial, utiliza-se protensão parcial em ambientes com fraca agressividade, protensão limitada para agressividade moderada e para ambientes com agressividade forte e muito forte recomenda-se a protensão completa.

Após ser verificados todos esses tipos de agressividade e também verificações em relação a armadura de protensão, partimos para a verificação dos estados de serviço ligados a fissuração, com isso, é preciso que o concreto esteja com uma resistência mínima à compressão e os cobrimentos devem ser atendido, conforme já citado pela NBR 6118(2014).

### **4 | DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL DE FLEXÃO NO ESTADO LIMITE ÚLTIMO**

Quando calculamos peças de concreto protendido ou até mesmo concreto armado, é preciso definir a segurança no estado limite último e deste modo verificando a mesma, também é preciso verificar a estrutura em seu funcionamento, no caso, a peça em serviço ou uso.

Em questão do concreto armado, de uma maneira geral, é dimensionado a

armadura de flexão no estado último de esgotamento da capacidade de resistência devido às solicitações normais e verificar as demais condições. Já no concreto protendido, além de ter essa hipótese, podemos fazer o inverso, dimensionando a armadura para condições de serviço (estado limite de fissura) e podendo verificar a sua ruptura.

Quando se trata de dimensionamento no estado limite último de colapso em concreto protendido tem pouca diferença em relação ao efetuado em peças armadas. As hipóteses que uma seção transversal deve obedecer tanto em concreto armado como concreto protendido, estão descritas na NBR 6118(2014, no item 17.2.2, resumidamente são:

1. As seções transversais permanecem planas após o início da deformação e até o estado limite último (hipótese de Bernoulli);
2. Solidariedade dos materiais: admite-se a solidariedade perfeita entre o concreto e a armadura; dessa forma a deformação específica de uma barra da armadura, em tração ou compressão, é igual à deformação específica do concreto adjacente.
3. As tensões de tração no concreto, normais à seção transversal, podem ser desprezadas.
4. Admite-se que a distribuição de tensões no concreto comprimido seja feita de acordo com o diagrama parábola-retângulo (Figura 1, 2 e 3) e as expressões:

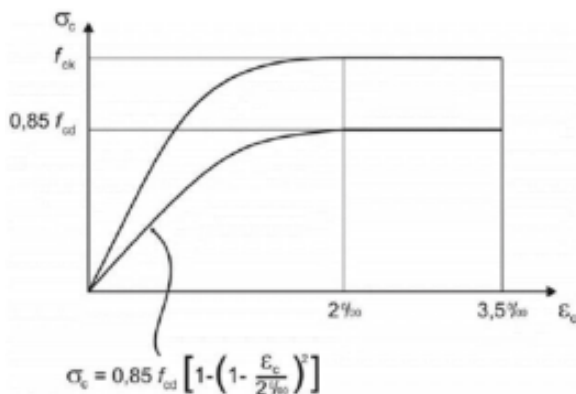


Figura 1 — Diagrama Tensão-Deformação do concreto

Fonte: NBR 6118:2014.

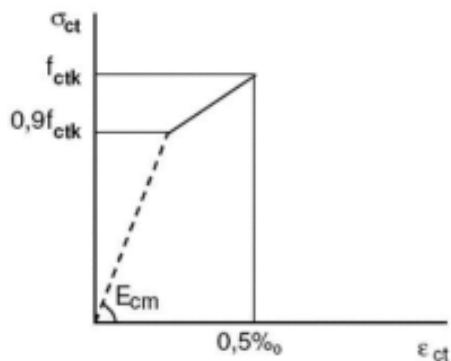


Figura 2 — Diagrama Tensão-Deformação Bilinear na Tração

Fonte: NBR 6118:2014.

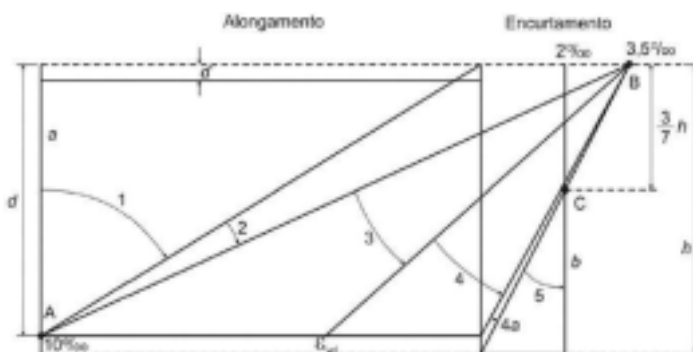


Figura 3 — Domínios de uma Deformação no estado limite último em uma seção transversal

Fonte: NBR 6118:2014.

1. A tensão na armadura pode ser dada, simplificada (sem considerar descompressão), através da expressão:

$$e_t = e_s + e_p$$

Onde:

$e_t$  – deformação total da armadura

$e_p$  – deformação de pré-alongamento (protensão da armadura propriamente dita)

$(e_c)$  – deformação específica da armadura decorrente da deformação da seção (deformação que deve estar contemplada pelos domínios dados no item anterior).

Com valor total da deformação total  $e_t$ , pode-se obter (item e) a tensão do aço  $s_{pd}$  para calcular a armadura.

#### 4.1 Flexão em painéis pré-moldado protendido

A flexão existe tanto nas peças fabricadas na fábrica, como também nas peças

moldadas in loco. O que pode diferir é que as peças produzidas em fábricas, tem a qualidade superior que as in loco, por ter um controle de qualidade especializado, com laboratórios equipados e funcionários treinados responsável por todo o processo e controle.

As diferenças são bem poucas, quando comparado aos dois tipos de concreto, cabe analisar os parâmetros que tornam o pré-fabricado distinto dos outros, tanto com relação aos materiais utilizados quanto à sua geometria.

Assim, para poder pré-dimensionar ou até mesmo calcular a armadura longitudinal de flexão, podem ser utilizadas tanto as condições de verificação de estado limite de fissuração como a condição de estado limite último. Mas em todos os casos, temos que ter conhecimento nas perdas de protensão, que se dá no processo, sendo elas as perdas iniciais, a qual ocorre imediatamente, e as perdas ao longo do tempo, que ocorrem até o tempo infinito.

É de extrema importância considerar a distância de transferência de protensão na peça, pois o esforço de protensão é crescente a partir dos apoios e tem seu valor máximo a uma distância conhecida como “distância de regularização da protensão”, e nesse ponto pode-se considerar que há grande perturbação de tensões. Por ocorrer próximo aos apoios, a parcela do peso próprio que contribui para minimizar as tensões de tração é muito baixa, por isso deve ser levada em conta nos cálculos, já que pode se tornar a condição determinante levando à necessidade de acrescentar cordoalhas na face superior dos elementos.

## **4.2 Cisalhamento em painéis pré-moldados protendidos**

O processo de fabricação mecanizada de painéis protendidos não permite a introdução de armaduras de cisalhamento (estribos), fazendo com que a armadura de protensão seja a responsável para combater essas tensões. Com isso, gera uma grande importância no intertravamento dos agregados, que garantem eficiência na compactação e alta resistência final do concreto e na espessura dos painéis.

Um pouco diferente da flexão a capacidade resistente ao cisalhamento é determinada sempre pelo estado limite último, não havendo condições de limitação no serviço. A ruptura se dá de forma repentina com fissuração se estendendo pela alma, sendo esta devida a um carregamento que a seção não consegue resistir.

Teoricamente a capacidade de resistência ao cisalhamento nas peças protendidas é calculada considerando-se duas condições: 1- seção não fissurada e 2- seção fissurada por flexão. Porém, este último conduz a um menor valor e, assim, a NBR 6118(2014) considera apenas esta situação. Também vale destacar que a verificação de cisalhamento é feita apenas no estado limite último.

Também existe o caso de o esforço cortante atuante ser maior que o esforço máximo calculado, desse modo a NBR 6118(2014) permite o preenchimento dos alvéolos para aumentar a área de seção de concreto da laje na região em que o cortante atuante é

maior que o máximo. O ganho de resistência ao cisalhamento ao preencher os alvéolos é proporcional à área do concreto, desconsiderando a possibilidade de escorregamento da armadura.

### 4.3 Perdas de protensão

Como já comentado anteriormente no item 4.2, o dimensionamento de peças protendido é realizado através do estado limite de ruptura à flexão e as verificações são feitas para atender as condições de fissuras (durabilidade) e a deformação excessiva. A verificação pode ser feita, com um conhecimento sobre os esforços de protensão nos cabos de aço, o esforço não permanece constante ao longo do mesmo. Existem muitos fatores que influenciam para que haja essa variação de tensão, dentre eles a própria técnica de protensão.

Cabe ao projetista determinar qual será o seu valor a qualquer seção, combinação de carregamentos ou época na vida da estrutura, tanto as condições de utilização com as de estado limite último estejam verificadas, pois, vai existir uma diminuição do esforço de protensão ao longo do cabo.

Essa chamada de diminuição de esforço de protensão é decorrente das perdas de protensão, sendo elas chamadas de perdas iniciais e perdas diferidas ou ao longo do tempo. As primeiras são devidas principalmente à forma como se procede a protensão e às propriedades elásticas do aço e do concreto. Já as perdas diferidas ou ao longo do tempo se devem às propriedades viscoelásticas tanto do concreto como do aço.

Para os painéis pré-moldados protendidos, são consideradas perdas iniciais: perdas por deformação da ancoragem, perdas por deformação imediata e perdas por relaxação da armadura durante a cura do concreto. As perdas diferidas ou perdas ao longo do tempo, podemos caracterizar algumas como: perda por retração do concreto, perdas por efeito de fluência do concreto e perda por relaxação da armadura de protensão.

Conforme é feito a utilização da protensão, a tensão ao longo de um cabo vai se alterando, em geral, podendo diminuir-se por conta das perdas imediatas, os os fenômenos reológicos relacionados ao concreto e ao aço também já começam a atuar, ou seja, as características mecânicas e elásticas desses materiais variam ao longo do tempo quando solicitados, seja por esforço ou por deformação.

Tais fenômenos reológicos são a retração e fluência do concreto e a relaxação da armadura. A armadura de protensão adquire a maior parte de seu esforço a partir de seu alongamento, que é mantido através de sua ancoragem à estrutura de concreto ou através da aderência à mesma. Dessa maneira, se a estrutura de concreto se deforma (se encurta) ao longo do tempo, parte do alongamento da armadura desaparecerá, ou seja, haverá uma perda de protensão da armadura. Essas perdas se dão, portanto, devido à retração e à fluência do concreto. Já quando a armadura é alongada e mantida dessa forma, há uma tendência da tensão do aço diminuir com o tempo, causando a perda por relaxação do aço.

A retração não depende de alguma ação, pois o fenômeno pode ocorrer até quando o concreto esteja em estado nulo de tensões devido a ações externas, com tudo a armadura da peça de concreto protendido ou armado não deixa a retração livre da peça, embora muitas vezes esse efeito é desprezado. Então, quando se considera a retração ocorrendo sem que haja impedimento às deformações provocadas, diz-se tratar de retração livre e são esses valores que, em geral, as experiências apresentam chamando-se a atenção que, na prática, é praticamente impossível isto ocorrer.

Deste modo como a retração livre, a fluência pura é aquela devida a uma ação introduzida no tempo  $t_0$  e mantida constante ao longo do tempo, porém, como se trata da protensão, a própria perda por fluência e à retração diminui ao longo do tempo. Com isso a fluência na prática não é pura, embora os valores desta podem ser considerados a favor da segurança, pois são maiores que a relativa à fluência não pura. Um detalhe importante, que as ações que provocam a fluência têm caráter permanente, sendo assim, as ações acidentais têm curta duração e não provocam a deformação ao longo do tempo, porém, para edificações residenciais e comerciais, pode-se considerar a combinação quase permanente da NB1 como causadora da fluência e, portanto, consideram-se os efeitos de protensão, peso próprio, sobrecarga permanente e 20% da carga acidental.

É preciso também destacar a perda por relaxação, que depende de como a armadura está tensionada, mas também como no caso da fluência decresce devido às outras perdas e inclusive à própria, havendo uma perda menor que a devida à relaxação pura.

#### **4.4 Deformações excessivas em painéis pré-moldados protendidos**

Desse jeito como todo elemento, tanto em concreto protendido como em concreto armado é possível observar deformações nas peças, trata-se de valores em que sejam respeitados os limites estabelecidos para a utilização normal da estrutura.

Um problema de deformação que temos nos painéis pré-moldados protendidos é a contra flecha, a qual causa uma dificuldade na hora de montagem.

Não tendo controle dessa situação de deformação, a peça apresenta uma curvatura exagerada, fazendo com que as peças não se encaixem, e assim ficando maior do que o projetado, tendo que fazer recortes e acabamentos, para que fique na medida adequada.

Os deslocamentos excessivos e a tendência à vibração podem ser indesejáveis por motivos descritos na NBR 6118(2014), que aqui se seguem resumidamente:

- aceitabilidade sensorial: limita-se a deformação para que não ocorram vibrações indesejáveis ou efeito visual desagradável;
- efeitos específicos: os deslocamentos podem impedir a utilização adequada da construção;
- efeitos em elementos não estruturais: deslocamentos estruturais podem ocasionar o mau funcionamento de elemento que, apesar de não fazerem parte da estrutura, estão ligados a ela;

- efeitos em elementos estruturais: os deslocamentos podem afetar o comportamento do elemento estrutural, provocando afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas. Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-os ao modelo estrutural adotado.

## 5 | ROTEIRO PARA DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL DOS PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS PROTENDIDOS

O roteiro apresentado a seguir, consta uma metodologia para ser seguida, contendo a determinação da armadura longitudinal de um painel pré-fabricado protendido, que pode ser colocado como:

1) A obtenção de todos os dados iniciais, dentre elas características do elemento (tipo de concreto, aço, seção transversal, etc), os carregamentos a serem considerados, as características geométricas da seção e as condições ambientais. As dimensões da seção transversal devem ser obtidas a partir do manual do fabricante do equipamento utilizado para a produção dos painéis;

1.1) Determinação dos carregamentos:

Os carregamentos são considerados linearmente, ou seja, o painel pode ser considerado como uma viga de  $b_w=125\text{cm}$ ,  $150\text{cm}$  e  $100\text{cm}$ ;

Para a determinação de carregamento, é apenas considerado o peso próprio da peça.

Onde:

Peso próprio –  $g_1 = A \cdot \gamma_{\text{concreto}}$

1.2) Determinação dos esforços máximos:

Como o painel é considerado simplesmente apoiado, os momentos fletores e força cortante são calculados com as expressões abaixo:

- Momento fletor:

$$M = \frac{p \cdot l^2}{8} \quad (\text{eq. 6})$$

- Força cortante:

$$V = \frac{p \cdot l}{2} \quad (\text{eq. 7})$$

Onde:

M – momento fletor;

V – força cortante;



$p$  – carregamento linearmente distribuído;

$l$  – vão do painel.

2) Determinação da armadura de protensão  $A_p$  no estado limite último no tempo “infinito”. Aqui ainda se trata de um pré-dimensionamento, por isso devem ser consideradas decorridas todas as perdas, adotando-se um valor para tal. A seguir as equações para a determinação da quantidade de armadura a utilizar:

$$\beta_c = \frac{Md}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

Onde:

$M_d$  – Momento solicitante de cálculo máximo;

$b_w$  – Largura da seção;

$d$  – Altura útil;

$f_{cd}$  – resistência de cálculo do concreto;

$$A_p = \frac{Md}{\beta_z \cdot d \cdot \sigma_{pd}}$$

Onde:

$A_p$  – área total de cabos;

$M_d$  – momento solicitante máximo;

$\beta_z$  – coeficiente obtido pela tabela de M. A. Marino (2006), dada também no anexo II;

$d$  – altura útil;

$\sigma_{pd}$  – tensão na armadura de protensão no tempo infinito devido o pré-alongamento e deformação da seção para que obtido o equilíbrio na flexão.

3) Verificação do estado limite de serviço no tempo “zero”, sendo que o único carregamento atuante é o peso próprio. É necessário calcular a distância em que ocorre a transferência de protensão e em seguida são feitas as verificações. A força de protensão é dada através do valor de  $A_p$  obtido no item 2. Consideram-se os limites de compressão excessiva (na data da liberação de protensão) e descompressão. Caso as duas condições estejam atendidas (a de tração e a de compressão), ir para o item 5. A seguir as equações utilizadas nas verificações de tensões:

3.1) Distância de regularização das tensões e comprimento de transferência da protensão:

$$l_{bpd} = \sqrt{h^2 + (0,6 \cdot l_{bpt})^2} \geq l_{bpt}$$

Onde:

$l_{bpd}$  – distância de regularização das tensões;

$l_{bpt}$  – comprimento de transferência da protensão, calculada pela equação:

$$l_{bpt} = \frac{70 \cdot 0,5 \cdot \phi \cdot \sigma_{pi}}{36 \cdot f_{bpd}}$$

Onde:

$\sigma_{pi}$  – tensão do aço no instante considerado;

$\phi$  – diâmetro do aço;

$f_{bpd}$  – resistência de aderência de cálculo entre a armadura e o concreto na ancoragem da armadura de protensão (pré-tração), obtido no item 9.3.2.2 da NBR 6118:2003.

OBS.: se a liberação da protensão é considerado como não gradual, o resultado da equação deve ser considerado 25% maior

3.2) Verificação no tempo zero:

$$\sigma = \frac{N_p}{A} \pm \frac{N_p \cdot e}{W} \mp \frac{M_g}{W}$$

Onde:

$\sigma$  – Tensões normais no concreto junto à borda inferior ou superior;

$N_p$  – Esforço normal de protensão na data da liberação da protensão;

$e$  – Excentricidade do cabo na seção simples;

$A$  – Área da seção transversal inicial do concreto;

$W$  – Módulo de resistência da seção inicial em relação ao bordo inferior ou superior dependendo da fibra a ser considerada;

$M_g$  – Momento fletor devido à ação de peso próprio da seção do painel.

OBS.: Os valores das tensões nas fibras inferiores e superiores são limitados, conforme item 17.2.4.3.2 da NBR 6118:2003 por:

$$0 \leq \sigma \leq 0,7f_{ck} \rightarrow \text{para combinação quase permanente};$$

$$-1,2f_{ct} \leq \sigma \leq 0,7f_{ck} \rightarrow \text{para a combinação frequente};$$

4) Ocorrendo tração nas fibras superiores, acrescentam-se cordoalhas nas mesmas. Não sendo possível eliminar a tração e a compressão excessiva, verificar outro

elemento de maior altura;

5) Determinação das perdas de protensão considerando as imediatas e diferidas. No caso das diferidas, consideram-se as etapas construtivas para a determinação de coeficientes adequados. Em geral, estipulam-se pelo menos quatro etapas em que atuam os carregamentos nas seções simples e compostas. A seguir as equações para determinação das perdas de protensão.

5.1) Perdas Inicial por ancoragem da armadura:

$$\Delta\sigma_{anc} = E_p \cdot \varepsilon_l$$

Onde:

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L}$  – Deformação decorrente do aço conforme a pista de protensão e sistema de ancoragem;

$\Delta_l$  – Acomodação ou recuo característico da ancoragem (valor que pode ser medido nas fábricas);

L – Comprimento da pista de protensão;

$E_p$  – Módulo de elasticidade do aço.

5.2) Perda por relaxação da armadura:

$$\sigma_r = \sigma_{pi} \cdot \Psi_{(t,t_0)}$$

Onde:

$\Psi_{(t,t_0)} = \Psi_{1000} \cdot \left(\frac{t-t_0}{41,67}\right)^{0,15}$  – Coeficiente adimensional, sendo tem dias;

$\Psi_{1000}$  – Coeficiente obtido pela tabela 8.3 da NBR 6118:2003, fazendo-se a relação entre a tensão no instante  $t_0$  e a tensão última de protensão no aço;

$\sigma_{pi}$  – Tensão do aço no instante considerado.

5.3) Perda Imediata do concreto:

$$\Delta\sigma_{pd} = \sigma_{cgcabo} \cdot \alpha$$

Onde:

$\sigma_{cgcabo} = \frac{N_p}{A} + \frac{N_p \cdot e^2}{I} - \frac{M \cdot e}{I}$  – Coeficiente adimensional;

$\alpha = \frac{E_p}{E_c}$  – Relação entre os módulos de elasticidade do aço e do concreto;

M – Soma dos momentos fletores na seção devido às ações atuantes;

$N_p$  – esforço normal de protensão na data da liberação da protensão;

e – Excentricidade do cabo na seção;

A – Área da seção transversal inicial do concreto;

I – Momento de inércia da seção.

5.4) Perda diferida por fluência do concreto:

$$\sigma_{p,c} = \Delta\sigma_{cg\text{cabo},c} \cdot \alpha$$

Onde:

$\sigma_{cg\text{cabo},c} = \left( \frac{N_p}{A} + \frac{M_p \cdot e}{I} \right) \cdot \varphi(t, t_0) - \frac{M \cdot e}{I} \cdot \varphi(t, t_0)$  – Tensão no centro de gravidade dos cabos;

$\varphi(t, t_0)$  – coeficiente de fluência dado pelo período do carregamento considerado, calculado em A.2.2.3 – Anexo A da NBR 6118:2003. No caso da expressão anterior os valores dos momentos permanentes devem ser multiplicados pelo coeficiente de fluência correspondente que depende da data em que a ação atua;

$M_p$  – Momento devido à força de protensão na seção;

$M$  – Soma dos momentos fletores na seção devida às ações atuantes;

$e$  – Excentricidade do cabo na seção;

5.5) Perda diferida por retração do concreto

$$\Delta\sigma_{cg,s} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot [\beta_s(t) - \beta_s(t_0)] \cdot E_p$$

Onde:

$\varepsilon_{cs\infty}(t, t_0)$  – coeficiente de retração obtido em A.2.3 – Anexo A da NBR 6118:2003;

$\beta_s(t)$  e  $\beta_s(t_0)$  – coeficiente obtidos através da figura A.3, item A.2.3.2 – Anexo A da NBR 6118:2003.

5.6) Equação para a determinação das perdas de protensão considerando-as como perdas progressivas:

$$\Delta\sigma_p(t, t_0) = \frac{\varepsilon_{cs}(t, t_0) \cdot E_p - \alpha_p \cdot \sigma_{c,p0g} \cdot \varphi(t, t_0) - \sigma_{p0} \cdot \chi(t, t_0)}{\chi_p + \chi_c \cdot \alpha_p \cdot \eta \cdot \rho_p}$$

Onde:

$\varepsilon_{cs}(t, t_0) \cdot E_p$  – Parcela relativa à retração do concreto, calculada pela equação 15;

$\alpha_p \cdot \sigma_{c,p0g} \cdot \varphi(t, t_0)$  – Parcela referente à fluência do concreto, obtida pela equação 14;

$\sigma_{p0}$  – Tensão inicial, considerando-se que já ocorreram as perdas iniciais;

$X(t, t_0) = -\ln[1 - \psi(t, t_0)]$  – Com  $\psi(t, t_0)$  calculado no item 5.2;

$X_p = 1 + X(t, t_0)$

$X_c = 1 + 0,5 \cdot \varphi(t, t_0)$  – neste caso usa-se o valor inicial de  $\varphi(t, t_0)$ ;

$\eta = 1 + e_s^2 \cdot \frac{A_c}{I_c}$  ;

$\rho_p = \frac{A_p}{A_c}$  ;

- $e_p$  – Excentricidade do cabo na seção;
- $A_c$  – Área de seção transversal de concreto;
- $I_c$  – Inércia da seção de concreto;
- $A_p$  – Área total de cabos de protensão.
- $A$  – Área da seção transversal inicial do concreto;
- $I$  – Momento de inércia da seção.

6) Dimensionamento do valor de  $A_p$  como no item 2, com o valor final das perdas já calculado;

7) Verificação em vazio como no item 3, com as perdas já calculadas;

8) Verificação do estado limite de serviço para a fissuração no tempo “infinito”, considerando-se as combinações frequente e quase permanente (usar coeficientes  $\psi_1$  e  $\psi_2$  da NBR 6118:2003) para as cargas acidentais. A força de protensão é dada através do valor de  $A_p$  obtido no item 6. Os limites de tensão são dados pela NBR 6118:2003 dependendo da condição de agressividade ambiental. Se as tensões não forem atendidas é possível aumentar a quantidade de cabos ou aumentar a altura da peça;

É necessário verificar se as tensões nas fibras inferiores e superiores atendem os critérios da norma.

8.1) Tensões nas fibras:

$$\sigma = \frac{N_p}{A} \pm \frac{N_p \cdot e}{W} \mp \sum \frac{M_i}{W_i}$$

Onde:

$\sigma$  – Tensões normais no concreto junto à borda inferior ou superior;

$N_p$  – esforço normal de protensão na data da liberação da protensão;

$e$  – Excentricidade do cabo na seção;

$A$  – Área da seção transversal inicial do concreto;

$W_i$  – Módulo de resistência da seção em relação ao bordo inferior que deve ser considerado para a etapa i;

$M_i$  – Momento fletor devido à ação de peso próprio da seção do painel.

8.2) Verificação das tensões

Os valores das tensões nas fibras inferiores e superiores são limitados, conforme item 17.2.4.3.2 da NBR 6118:2003 por:

$$0 \leq \sigma \leq 0,7 f_{ck} \rightarrow \text{para combinação quase permanente;}$$

$$-1,2f_{ct} \leq \sigma \leq 0,7f_{ck} \rightarrow \text{para a combinação frequente;}$$

9) Verificação das deformações, determinando os valores das flechas para cada carregamento. No caso de protensão limitada, compara-se o momento total com o momento de fissuração e em seguida determina-se o coeficiente de fluência que atua desde a data final até a idade considerada da introdução do carregamento, sendo, portanto, variável para cada um deles. Comparar com os valores limites descritos na norma. A seguir as verificações de deformações excessivas:

$$a_p = \frac{M_p \cdot l^2}{8 \cdot E \cdot I}$$

$$a_v = \frac{5 \cdot v \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

Onde:

$a_p$  – flecha devido ao efeito da protensão;

$M_p$  – Momento fletor devido à força de protensão;

$a_v$  – flecha devido à intensidade considerada;

$v$  – intensidade considerada;

$l$  – vão do elemento considerado;

$E$  – módulo de elasticidade do concreto;

$I$  – momento de inércia da seção de concreto correspondente a etapa considerada;

(OBS.: a flecha deve ser calculada multiplicando-se cada uma delas pelo coeficiente de fluência respectivo para cada etapa estipulada)

10) Verificação do cisalhamento das situações com seção simples. A seguir as equações utilizadas para a determinação do cisalhamento em painéis sem armadura para força cortante:

$$V_{Rd} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_t) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

Onde:

$\tau_{Rd} = 0,25 \cdot f_{cd}$  – resistência de projeto ao cisalhamento;

$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$  – Resistência à tração obtido no item 8.2.5 da NBR6118:2003;

$\rho_t = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$  – Coeficiente adimensional;

$A_{s1}$  – área da seção transversal de concreto do elemento;

$b_w$  – largura da seção;

d – Altura útil;

$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{A_c}$  – Tensão na seção de concreto;

$N_{sd}$  – força de protensão total na seção;

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As peças de concreto pré-fabricados protendido, são consideradas as peças com uma qualidade superior, quando comparada com outros tipos, isso pelo fato de estar falando sobre uma indústria, que segue padrões de qualidade, como exemplo, ensaios laboratoriais, utilização de agregados, aditivos, entre outros. Os painéis pré-fabricados protendidos, entram nessas peças, mas claro, para a obtenção de uma qualidade exemplar, devemos nos atentar no início, onde começamos a dimensionar, para que possamos executar com rapidez, qualidade e eficaz. Com tudo, o trabalho de dimensionamento não é tão simples, para chegar nesse resultado é preciso um projeto de fácil leitura, entendimento rápido e simples, porém bem detalhado, para se atentar a cada detalhe que possa comprometer a sua peça, tanto na parte industrial como na parte de montagem.

## REFERÊNCIAS

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 16475/2017. **Painéis de Parede de Concreto Pré-Moldado - Requisitos e Procedimentos** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6118/2014. **Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 9062/2001. **Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ACKER, A. V. **Manual de Sistemas Pré-Fabricados de Concreto**. Tradução: Marcelo Ferreira, ABCIC, 2002. 2012.

CARVALHO, Roberto Chust. **Estruturas em concreto protendido**. Pini, São Paulo

EL DEBS, M. K. **Concreto Pré-Moldado: Fundamentos e Aplicações**. 1. ed. São Carlos: EESC – USP, 2000

LEONHARDT, F. **Construções de Concreto. Vol.5 – Concreto Protendido**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1983.

# DIVERGÊNCIA PLANIMÉTRICA DE MEDIDAS ELETRO ÓTICAS EM DIFERENTES ALVOS E DISTÂNCIA

*Data de submissão: 19/01/2023*

*Data de aceite: 01/03/2023*

### **Marcilene Soares do Nascimento**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
São João Evangelista – Minas Gerais  
Orcid: 0000-0002-9058-2299

### **Juliana Fernandes da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
São João Evangelista – Minas Gerais  
Orcid: 0000-0002-9302-636X

### **Tainara Mendes Ribeiro**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
São João Evangelista – Minas Gerais  
Orcid: 0000-0003-2900-6433

### **Ana Flávia Silva Sousa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
São João Evangelista – Minas Gerais  
Orcid: 0000-0001-5410-5244

### **Nagíbio José Paranhos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
São João Evangelista – Minas Gerais  
Orcid: 0000-0002-1857-0330

### **Jonathan da Rocha Miranda**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
São João Evangelista – Minas Gerais  
Orcid: 0000-0002-9236-1369

### **Juliana Terezinha Santos da Cruz**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
São João Evangelista – Minas Gerais  
Orcid: 0000-0002-6813-3550

### **Luana Kássia Gomes Linhares**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)  
São João Evangelista – Minas Gerais  
Orcid: 0000-0002-6718-2764

**RESUMO:** Estações Totais têm como princípio de funcionamento a emissão/recepção de sinais luminosos, visíveis ou não, que atingem um anteparo (prisma ou alvo). Dessa forma, tendo como espaço de referência os pontos demarcados no Instituto Federal de Minas Gerais, o presente estudo avalia as discrepâncias planimétricas decorrentes da utilização Estação Total Geodetic GT2i-10H utilizando alvos o prisma, tijolo e bloco de concreto. As medições foram coletadas em 9 distâncias



horizontais entre 45 a 400. As avaliações consistiram na análise de erro médio absoluto e erro médio quadrático entre a leitura do prisma em relação aos demais alvos. As divergências foram inferiores a 4 cm o que pode ser considerado como satisfatório dentro da metodologia aplicada. Este erro está correlacionado com a posição de origem dos alvos no momento da leitura, pois não estavam efetivamente no mesmo local devido à espessura dos materiais. Neste sentido, podemos observar que a estação total foi eficaz para a leitura sem o prisma sendo sua utilizada para praticidade nas medições planimétricas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação total; Erro médio absoluto; Erro médio quadrático.

## PLANIMETRIC DIVERGENCE OF ELECTRO-OPTICAL MEASUREMENTS AT DIFFERENT TARGETS AND DISTANCE

**ABSTRACT:** The principle of operation of Total Stations is the emission/reception of light signals, visible or not, that reach a bulkhead (prism or target). This study evaluates the planimetric discrepancies resulting from the use of Geodetic Total Station GT2i-10H using prism, brick and concrete block targets. Measurements were collected at 9 horizontal distances ranging from 45 to 400 meters. The evaluations consisted in the analysis of mean absolute error and mean squared error between the prism reading and the other targets. The divergences were less than 4 cm, which can be considered satisfactory within the methodology applied. This error correlates with the position of origin of the targets at the time of reading, because they were not effectively in the same place due to the thickness of the materials. In this sense, we can observe that the total station was effective for the reading without the prism being used for practicality in planimetric measurements.

**KEYWORDS:** Total station; Mean absolute error; Mean square error;

## INTRODUÇÃO

Em métodos tradicionais na Topografia e na Geodésia, alguns obstáculos envolvidos na medição da distância residiam na dificuldade de se obter resultados precisos, além do tempo prolongado para a execução dos trabalhos. Para realização das redes geodésicas clássicas, os primeiros levantamentos realizados no Brasil, em outubro de 1939, utilizava-se de teodolitos para medições angulares e fitas de invar para as medições lineares de distância, o que dificultava, porque havia a necessidade de realizar vários lances, abrindo caminho pela mata, entre outras dificuldades (IBGE, 2010).

A partir dos anos 40, a evolução tecnológica permitiu o surgimento de geodímetros e telurômetros, com emissão de feixes luminosos e micro-ondas respectivamente (CHRZANOWSKI, 1977). Tais equipamentos permitiram a medição de longas distâncias em tempo real, que até então, era uma das maiores limitações para os trabalhos de mensuração.

Em 1968, surge o primeiro distanciômetro eletro-óptico e, posteriormente, os distanciômetros eletrônicos que, acoplados aos teodolitos, tornaram possível a realização de medição de distância com maior agilidade e precisão. A partir da evolução destes equipamentos, surgiram as estações totais, equipamentos oriundos da fusão dos teodolitos

e distanciômetros, munidas de microprocessadores e com capacidade para realizar cálculos topográficos, inclusive durante o levantamento (FAGGION, 2001).

Os medidores eletrônicos de distância têm como princípio de funcionamento a emissão/recepção de sinais luminosos, visíveis ou não, que atingem um anteparo (prisma ou alvo). Alguns modelos de estações necessitam da utilização de prismas para que haja reflexão total do sinal emitido. As mais recentes utilizam o laser como fonte de luz coerente para as medidas de distância e, por este motivo, dispensam a utilização de prismas, tendo como alternativa o uso de alvos/aparates, ou seja, o operador pode realizar a medição visando diretamente sobre o ponto desejado (KAHMEN; FAÍG, 1988; PACILÉO, 1990; RÜEGER, 1996; FAGGION, 2001; LEICA TCRA 1205, 2004; MARTINI, 2005).

Rodrigues et al. (2014) avaliou as discrepâncias planimétricas decorrentes da utilização do método da poligonação, envolvendo diferentes acessórios refletores e medição sem o uso do prisma. Segundo os autores, o emprego de diferentes refletores possibilitou uma gama de variados resultados que puderam propiciar uma discussão um pouco mais abrangente sobre a influência destes nas medições de distância realizadas, mostrando que houve disparidade entre os resultados alcançados.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar as discrepâncias planimétricas decorrentes da utilização de Estações Totais, com e sem a utilização do prisma óptico circular para os alvos tijolo e bloco de concreto. Espera-se que as leituras realizadas com a utilização de prisma, apresentem maior proximidade do valor real.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

O experimento foi realizado na avenida central do campus do Instituto Federal de Minas Gerais, onde os pontos foram demarcados (Figura 1). A área de estudo se encontra em uma localidade em que as condições climatológicas segundo Koppen são de inverno seco e verão chuvoso e quente, com temperatura média máxima de 26,1°C, temperatura média mínima de 15°C, temperatura média de 20,1°C e precipitação de 1.180 mm (SILVA, 2013).



Figura 1- Pontos de estudo, com distâncias horizontais de 45 a 400m, a partir do Ponto 0, localizados no IFMG-Campus São João Evangelista, Minas Gerais, Brasil.

## Processamento dos dados

Na área experimental foram demarcados os pontos de estudos, com distâncias horizontais de variando utilizando como referência os postes de energia elétrica, tendendo assim a manter um único alinhamento.

Foram utilizadas duas estações Geodesic GT2i localizadas na extremidade do alinhamento das observações, sendo a posicionada uma sentido crescente (leitura no alvo tijolo e prisma) e decrescente (leitura no alvo bloco de concreto e prisma) e em relação ao desnível do terreno (Figura 2). Foram realizadas as leituras nos alvos posicionados sobre o tripé, desta forma para cada leitura foi trocado o alvo mantendo ao máximo na mesma posição que o anterior. Este processo foi repetido para cada distância observada até uma distância máxima de 400 m.



Figura 2 – Leitura da distância para o alvo prisma, tijolo e bloco de concreto

É importante salientar que fatores como a interrupção do pulso laser, forte cintilação devido ao calor e objetos móveis no caminho do pulso laser podem causar desvios na precisão especificada, conforme o manual das estações utilizadas no estudo.

### Etapas Realizadas

De posse das leituras, foram realizadas as análises do erro médio absoluto e o erro médio quadrático (Equação 1 e 2).

$$EMA = \sum_{i=1}^n \frac{|D_p - D_a|}{n} \quad (1)$$

$$EMQ = \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{(D_p - D_a)^2}{n}} \quad (2)$$

Em que  $D_p$  corresponde a leitura do prisma,  $D_a$  leitura do alvo sem o prisma e  $n$  conjunto amostral coletado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pelas divergências entre as leituras com e sem o prisma pode-se observar que a leitura no alvo bloco de concreto foi menor em relação ao tijolo (Figura 3). No entanto, para alguns pontos específicos a leitura no tijolo teve uma menor discrepância chegando a valores inferiores a 1 cm. Pelos resultados obtidos foi evidenciado que os equipamentos possuem potencial para haver menor erro com a leitura sem o prisma, contudo, devem ser observadas as características do alvo e as condições climáticas no momento da leitura.

De acordo com Beshr (2011) a incidência de a luz solar e temperatura é um fator que afeta diretamente os erros de leitura tendo este valor a ser considerado nas medições planimétricas.

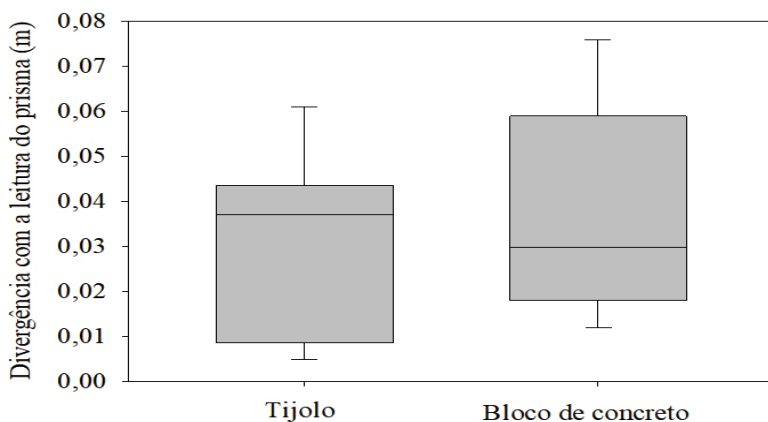


Figura 3 – Divergência com a leitura do prisma no alvo bloco de concreto e tijolo

Quanto ao erro médio absoluto e erro médio quadrático, o erro menor foi para o bloco de concreto em relação ao tijolo (Tabela 1). Estas divergências podem ser oriundas de diversos fatores, tais como erros sistemáticos provindos de erro de colimão, pela natureza do alvo, posição da leitura, dentro outros. Beshr (2011) ressalva que além destes fatores, a qualidade da precisão destes equipamentos, está relacionada com a capacidade de armazenamento de carga da bateria, uma vez que, esse fator contribui para diminuição da distância horizontal em 4 mm, durante as medições em um tempo de 2h e 30m no trabalho.

Alvo	EMA (m)	EMQ (m)
Bloco de concreto	0.0367	0.0425
Tijolo	0.0314	0.0365

Tabela 1. Erro médio absoluto (EMA) e Erro médio quadrático (EMQ) entre a leitura no prisma e diferentes alvos.

Aprecisão das observações da estação total sem refletor vai depender principalmente da potência do sinal, que é refletido na superfície refletora. Esta intensidade sinal de retorno dependente da distância da estação total, o ângulo de inclinação e incidência, refletividade das cores e o tipo de material de cada alvo. Em estudo realizado por Lambrou e Pantazis (2010), mostraram que os diferentes e materiais utilizados como alvos interferiram diretamente na diferença calculada para a determinação de intervalo de aceitação.

As menores divergências foram encontradas para as leituras com e sem o prisma nas distâncias acima de 200 m (Figura 4). Considerando a estrutura dos alvos, pode haver falhas pelo desvio do sinal emitido quando atinge o alvo. Neste sentido um maior espalhamento do feixe laser ao ser refletido pelo alvo pode afetar nas leituras, principalmente para os alvos mais próximos à estação, o que tende a ocasionar divergências entre as leituras com e sem o prisma. Khalil (2015) verificou em seu trabalho com diferentes alvos e distâncias a interferência do tamanho do alvo na precisão em função da distância medida.

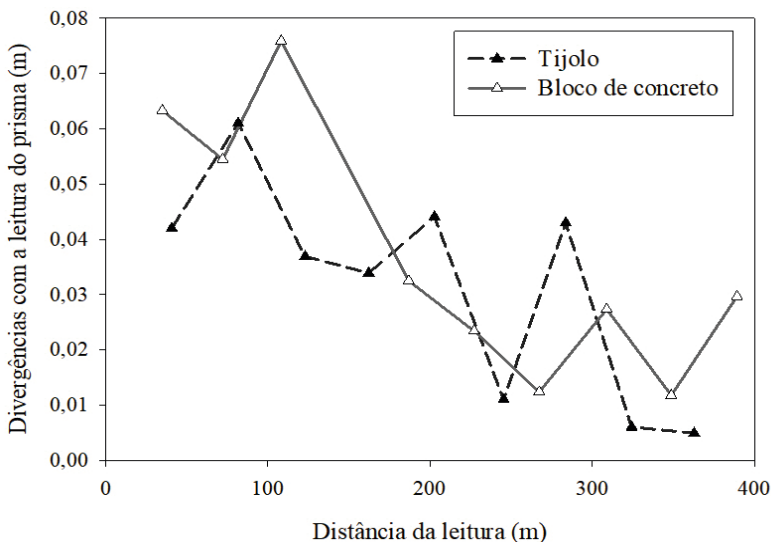


Figura 4- Divergências das leituras em relação a sua distância.

Sami (2016) testou distintos ângulos de incidência e distância do raio laser entre o aparelho e um prédio e foi apresentado que o ângulo de distância e o erro são diretamente proporcionais, pois, quanto maior é o ângulo de distância maior será o erro. Ainda segundo o autor, aspectos como o tipo de material do alvo e a cor podem influenciar no grau de confiabilidade da mensuração e que o erro diminui com a aproximação do ângulo de incidência do raio a zero.

As divergências entre as leituras pode ter relação direta com o ângulo incidente, pois, o feixe de laser emanado do emissor da estação total sem refletor, é refletido da superfície do objeto e retorna ao receptor. Para que não haja interferência durante este processo, é necessário que o ângulo do raio laser de reflexão seja igual ao ângulo do alvo. Portanto, se o ângulo do alvo tiver alguma inclinação, a energia da superfície que retorna ao receptor será afetada, conseqüentemente ocasionando em maiores erros. Este incremento na diferença calculada pode estar relacionada com a incidência do ângulo, que condiz com a proposição de OMAR; ABUJAYYAB (2016), que verificou uma variação no erro entre 10 a

60 mm ao realizar medidas a um ângulo de 9,15,44,77 e 87 graus respectivamente.

## CONCLUSÕES

Observou-se que os equipamentos têm capacidade de obter menor erro para leitura sem o prisma, porém, é necessário observar fatores relacionados as características do alvo e do clima durante a leitura. Através do erro médio absoluto e erro médio quadrático, evidenciou-se que o erro menor foi para o bloco de concreto em relação ao tijolo. Foram encontradas diferenças menores nas leituras com e sem prisma nas distâncias acima de 200 m.

## REFERÊNCIAS

BESHR, A. A. A.; ABO ELNAGA, I. M. Investigating the accuracy of digital levels and reflectorless total stations for purposes of geodetic engineering. **Alexandria Engineering Journal**, [s. l.], v. 50, n. 4, p. 399–405, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2011.12.004>>. Acesso em 18 de jan. De 2023.

CHRZANOWSKI, A. **Design and Error Analysis of Surveying Projects**. Selected papers and lecture notes. Department of surveying Engineering. University of Ney Brunswick.Fredericton N.B. Canadá, 1977.

FAGGION, P. L. **Obtenção dos elementos de calibração e certificação de medidores eletrônicos de distância em campo e laboratório**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra. Curitiba, 2001.

IBGE. **Sistema Geodésico Brasileiro – Rede Planimétrica**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/planimetrica.shtml>>. Acesso em mai. de 2019.

KAHMEN, H. FAIG, W. **Surveying**. Ed. Walter de Gruyter & Co. New York, USA, 1988.

KHALIL, R. Accuracy Evaluation of Long-Range Reflectorless Distance Measurement. **Positioning**, [s. l.], v. 06, n. 03, p. 61–70, 2015.

LAMBROU, E.; PANTAZIS, G. Evaluation of the credibility of reflectorless distance measurement. **Journal of Surveying Engineering**, [s. l.], v. 136, n. 4, p. 165–171, 2010.

LEICA TCRA 1205. **Manual do Usuário**. Heerbrunn, Suíça, 2004.

MARTINI, L. **Calibração de prismas de reflexão total em forma de fita adesiva, em acrílico e sua aplicação no controle de deslocamentos de estruturas**. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

OMAR, N. Q.; ABUJAYYAB, S. K. M. INVESTIGATION OF THE ACCURACY OF SURVEYING AND BUILDINGS WITH THE PULSE (NON PRISM) TOTAL STATION Solid Waste Management View project Site Selection for Suitability Landfill : a case study in Kirkuk City, Iraq View project. **Article in International Journal of Advanced Research**, [s. l.], n. January 2016. Disponível em: <<http://www.journalijar.com>>. Acesso em: 18 de jan. de 2023.

PACILÉO, N. **Calibração de medidores eletrônicos de distância, construção de uma base multipilar na USP e metodologia de aferição**. São Paulo, 1990. Tese de Doutorado, E. POLI/USP.

RODRIGUES, V.; BARBOSA, C.; DOS SANTOS, W.; DE SEIXAS, A. **Análise do desempenho de medidores eletrônicos de distância (MEDs) a partir da medição de uma poligonal utilizando processos de medição e refletores distintos**. V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, 2014.

RÜEGER, J. M. Electronic Distance Measurement. 3 th ed., **Springer-Verlag**, Berlin. 1996.

SAMI, H. A. An investigation into the Accuracy of Distance Measurements to an object with the Pulse (Non-Prism) Total Station. **Sulaimania Journal for Engineering Sciences**, v. 3, n. 3, p. 51-63, 2016. Disponível em: [https://iraqjournals.com/article\\_148441\\_2a917f431749bc550a84594a5b585193.pdf](https://iraqjournals.com/article_148441_2a917f431749bc550a84594a5b585193.pdf). Acesso em: 18 de jan. de 2023.

SILVA, N. J. S. **Produtividade de milho e formação de pastagem em função de espaçamento e população de plantas de milho consorciadas com Brachiaria brizantha**. 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2013.



# TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM FIBRAS VEGETAIS DE JUTA E MALVA

*Data de aceite: 01/03/2023*

### **Felipe Prestes Batista**

Discente de Engenharia Civil, EST-UEA,  
Manaus-AM

### **Fernando de Farias Fernandes**

Me. em Engenharia Civil, Prof., EST-UEA,  
Manaus-AM

**RESUMO:** Tendo o uso dos tijolos de solo sido comum ao longo da história, de em simples moradia até grandes construções, e após preterimento no pós Revolução Industrial, eles vêm sendo retomados atualmente em meio à urgência ambiental para construções. Para se obter tijolos de melhor qualidade, são necessárias as chamadas estabilizações no solo, como física, através de areia, a química, através de cimento Portland, formando até este ponto o compósito de solo-cimento, e a mecânica, através de fibras. Este artigo trata da estabilização conjunta com areia, cimento Portland e fibras vegetais de juta e de malva, cujos cultivos são de grande importância para a economia do interior do Amazonas, e dos resultados dos ensaios de absorção e compressão axial realizados conforme a NBR 8492/2013 e avaliados com sucesso conforme a NBR 8491/2012.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tijolos, solo-cimento, fibras de juta, fibras de malva.

### **SOIL-CEMENT BRICKS WITH JUTE AND MAULE VEGETABLE FIBERS**

**ABSTRACT:** The use of soil bricks has been common throughout history, from simple housing to large constructions, and after being neglected in the post-Industrial Revolution, they are currently being resumed in the midst of the environmental urgency for construction. To obtain better quality bricks, the so-called soil stabilizations are necessary, such as physical, through sand, chemical, through Portland cement, forming up to this point the soil-cement composite, and mechanics, through fibers. This article deals with the joint stabilization with sand, Portland cement and jute and mallow vegetable fibers, whose crops are of great importance for the economy of the interior of Amazonas, and the results of absorption and axial compression tests carried out in accordance with NBR 8492/ 2013 and successfully evaluated according to NBR 8491/2012.

**KEYWORDS:** Bricks, soil-cement, jute fibers, mallow fibers.

## INTRODUÇÃO

Na busca por abrigo, a humanidade desenvolveu diversas formas de uso do que havia ao seu redor, tendo o uso de solo através de tijolos se destacado, devido a vantagens como abundância do solo, fácil acesso, fácil uso, e baixo custo (muitas vezes gratuito) (FERRARI, 2018). Após preterimento no pós Revolução Industrial, o uso de tijolos de solo vem retomando prestígio, devido a emergência ambiental, já que além da obtenção de solo não ser ambientalmente agressiva, a produção dos tijolos de solo também não o é, pois não envolve processos de queima, como os tijolos cerâmicos tradicionais. Assim, em meio a urgência ambiental do presente e do futuro, tem-se se voltado para uma das opções técnicas ecoeficientes mais antiga e universal (BOTINAS, 2017; NOVATO 2019).

Para se obter tijolos de solo de melhor qualidade, o solo precisa de estabilizações (BOTINAS, 2017), como a química, através do uso de cimento Portland, a qual resulta no solo-cimento (ABCP, 2000). Porém, de acordo com o Boletim Técnico 111/2000 - Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento com a Utilização de Prensas Manuais, da ABCP, o solo-cimento não é recomendado se o solo for muito argiloso, e se apresentar retração total acima de 2 cm e abertura de fissuras no ensaio da caixa. Então, é necessária mais uma forma de estabilização, como a física, através da incorporação de areia para correção granulométrica, e a mecânica, através do uso de fibras que combatam retrações e fissuras. Nisto, as fibras vegetais ganham destaque em meios a urgência ambiental, podendo-se inclusive se citar exemplos de sucesso como o de Santos (2016) com tijolos de solo-cimento com fibra de ráfia, e o de Cristina *et al* (2018) com tijolos de solo-cimento com fibras de bucha. Das fibras vegetais disponíveis, optou-se pelas fibras de juta e de malva, cujas produções são de grande importância sócio econômica no interior do Amazonas (SOARES, 2015), e que já foram estudadas em outras aplicações, como em Oliveira (2017) quanto a utilização de fibras de juta e malva em telhas cimentícias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado é oriundo de obras nos entornos da Avenida do Turismo, bairro Tarumã, zona oeste de Manaus. As fibras de juta e de malva utilizadas foram obtidas no Mercado Municipal de Manaus, local tradicional de obtenção de produtos amazônicos. O cimento e a areia utilizados foram adquiridos em comércios de Manaus, e a água utilizada foi obtida no Laboratório de Mecânica dos Solos da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), onde também os tijolos foram prensados, de acordo com as recomendações do BT 111/2000 (ABCP, 2000). Observando-se o referido boletim técnico, foram realizados os procedimentos e ensaios de caracterização com o solo conforme as normas a seguir:

- Preparação para ensaio de caracterização – NBR 6457/206
- Análise granulométrica – NBR 7181/2016

- Determinação do limite de plasticidade – NBR 7180/201
- Determinação do limite de liquidez – NBR 6459/2016
- Ensaio da caixa – BT-111/2000

Com relação as fibras de juta e de malva, a impermeabilização delas seguiu o método utilizado com sucesso por OLIVEIRA (2017), de se embebe-las em resina acrílica. Já a escolha pelas porcentagens de 1% e 2% em relação a massa de solo + areia, e os comprimentos de 2cm das fibras, baseiam-se no trabalho de PEREIRA (2018) sobre tijolos com fibras de sisal.



Figura 1. Fibra de juta sendo embebida em resina acrílica.



Figura 2. Fibras de malva com 2 cm de comprimento.

Com os ensaios de granulometria, de limite de liquidez e de limite de plasticidade, se percebeu que o solo não atendia os requisitos do BT 111/200 nem quanto a granulometria (100% passante na peneira nº 4 de 4,8 mm, e entre 10% e 50% passante na peneira nº 200, de 0,075 mm) nem quanto limite de liquidez e índice de plasticidade (limite de liquidez  $\leq 45\%$  e índice de plasticidade  $\leq 18\%$ ). Assim, com base no trabalho de FERNANDES (2002), fez-se a mistura em massa de 70% de solo + 30% de areia para novos ensaios de granulometria, limite de liquidez e plasticidade, o que foi o bastante para correção granulométrica do solo, como demonstra os resultados apresentados nas tabelas a seguir:

PARÂMETRO	RESULTADO
Passante na peneira nº 4	100%
Passante na peneira nº 200	65,80%
Limite de Liquidez	65%
Limite de Plasticidade	28%
Índice de Plasticidade	37%

Tabela 1. Resultados iniciais dos ensaios de Caracterização do solo apenas

PARÂMETRO	RESULTADO
Passante na peneira nº 4	100%
Passante na peneira nº 200	44,85%
Limite de Liquidez	36%
Limite de Plasticidade	21,7%
Índice de Plasticidade	14,3%

Tabela 2. Resultados dos ensaios de caracterização da mistura de 70% de solo + 30% de areia

Para o ensaio da caixa, além da incorporação de areia, também se fez a incorporação das fibras vegetais de juta e de malva, cada uma nas proporções de 0% (isto é, sem fibras), 1% e 2% em relação a massa de solo + areia. Nos ensaios com 0% de fibras, a retração total foi 0,5 cm, poucas aberturas de fissuras, ao passo que o uso de fibras em todos os casos resultou em nenhuma retração e nenhuma abertura de fissuras, como se observa nas figuras a seguir:



Figura 3. Ensaio da caixa com 1% e 2% de fibra de malva



Figura 4. Ensaio da caixa com 1% e 2% de fibra de juta

Assim, realizou-se a confecção de 15 tijolos de prova e 15 de contraprova, seguindo-se os traços em volume de cimento/(solo+areia) sugeridos pelo BT-111/2000: 1/10, 1/12 e 1/14, e fazendo-se também a incorporação de malva e de juta nas proporções de 1% e de 2% em relação a massa de solo + areia. A água foi adicionada conforme a verificação manual sugerida pelo BT-111/2000. Após isto, levou-se as misturas para as prensas manuais para lá serem moldados e prensados os tijolos.

Após a confecção dos 30 tijolos e um período de cura de 28 dias, realizou-se os ensaios de absorção e resistência a compressão, de acordo com ABNT NBR 8492/2012.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios de absorção são apresentados a seguir em forma de gráficos:

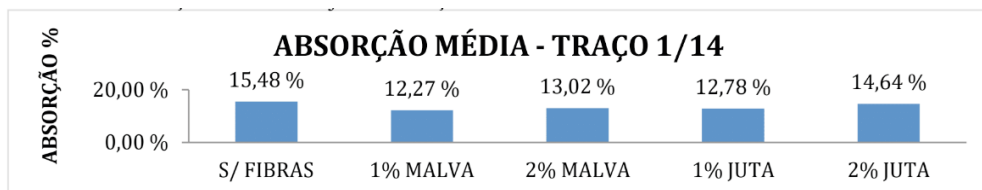


Gráfico 1. Absorção média dos tijolos de traço 1/14.

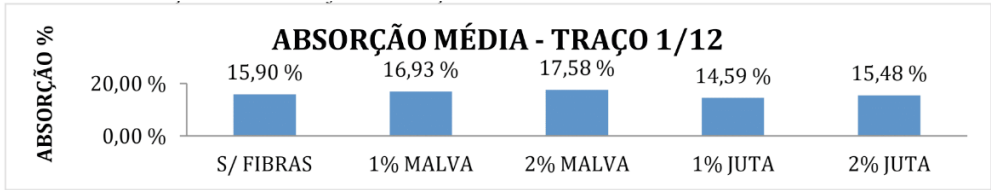


Gráfico 2. Absorção média dos tijolos de traço 1/12.

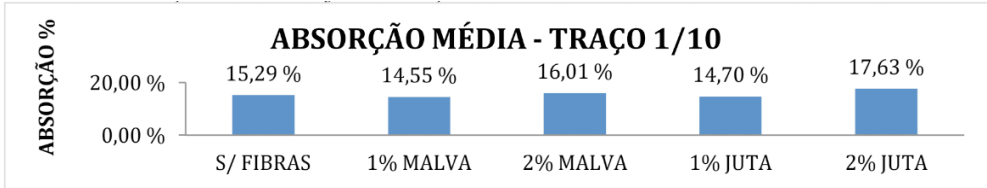


Gráfico 3. Absorção média dos tijolos de traço 1/10.

De acordo com a ABNT NBR 8491/2013, tijolos de solo-cimento não devem ter absorção média superior a 20%, e absorção individual superior a 22%. Em ambos os casos, fica demonstrado nos gráficos acima que todos os tijolos produzidos estão dentro dos limites estabelecidos em norma. A incorporação de fibras não provocou alterações consideráveis na absorção percentual em relação aos tijolos sem fibras, o que sugere o sucesso do uso de resina acrílica. Já quanto a resistência a compressão axial, os resultados estão resumidos nos gráficos a seguir:

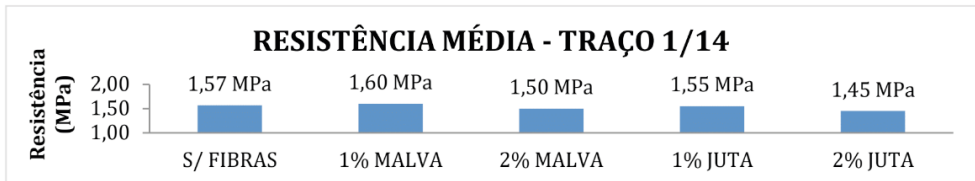


Gráfico 4. Resistência média dos tijolos de traço 1/14.

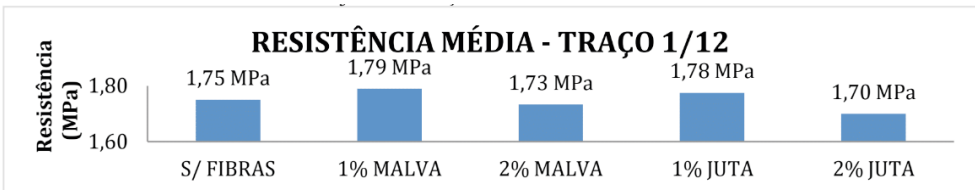


Gráfico 5. Resistência média dos tijolos de traço 1/12.

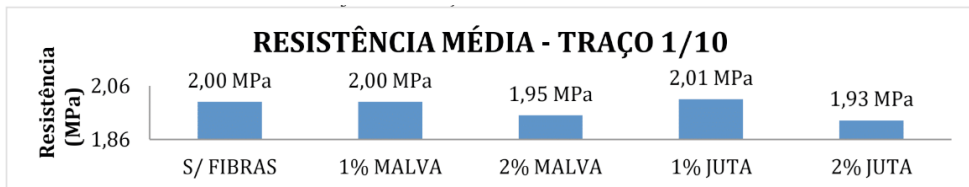


Gráfico 6. Resistência média dos tijolos de traço 1/10.



Figura 5. Ensaio de compressão

De acordo com a ABNT NBR 8491/2013, tijolos de solo-cimento não devem ter resistência média mínima inferior a 2,00 MPa, e resistência mínima individual inferior a 1,7 MPa. Os tijolos no traço 1/14 não atingiram nem a resistência média nem a resistência individual mínimas. Os tijolos no traço 1/12 atingiram a resistência individual mínima, mas não a resistência média. Já os tijolos no traço 1/10, com maior teor de cimento, atingiram tanto a resistência média mínima quanto a resistência individual mínima. Em todos os casos, os tijolos apenas fissuraram, não explodiram, coesão a qual se deve ao incorporação das fibras. A incorporação de 1% de fibras foi mais eficiente para a resistência que a incorporação de 2%, repetindo o já observado em SANTOS (2016) e CRISTINA et al (2018): se o acréscimo de fibras torna o tijolo mais resistente devido a se combater retrações e fissuras, a partir de determinada porcentagem tende a diminuir a resistência, devido as fibras passarem a ocupar demasiado volume dentro dos tijolos.

## CONCLUSÃO

O solo no entorno da Avenida do Turismo, bairro Tarumã, zona oeste de Manaus, é argiloso demais para tijolos de solo-cimento, o que pode ser contornado com correção granulométrica com a mistura em massa de 70% de solo + 30% de areia. Já a incorporação de fibras vegetais de juta e de malva a 1% e 2% em relação a massa do solo + areia cada uma, e embebidas em resina acrílica para impermeabiliza-las, é decisiva para evitar totalmente retrações e fissuras. Os resultados dos ensaios de absorção demonstram o sucesso do uso de resina acrílica. Já com os resultados de resistência a compressão, se

concluiu que o traço 1/10 em volume da mistura em massa de solo + areia, com 1% de fibras em relação a massa de solo + areia, é o mais eficiente. Demonstra-se assim uma viabilidade técnica da opção ambientalmente sustentável que as fibras de juta e de malva representam para se melhorar a qualidade de tijolos de solo-cimento.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) pela permissão do uso do espaço do laboratório de Mecânica dos Solos e seus equipamentos para realização dos ensaios pertinentes e para confecção dos tijolos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 8491 – Tijolo de solo-cimento: requisitos. Rio de Janeiro, 2012. - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 8492 – Tijolo de solo-cimento - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 8491 – Tijolo de solo-cimento: requisitos. Rio de Janeiro, 2012. - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 8492 – Tijolo de solo-cimento - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento com a Utilização de Prensas Manuais. Boletim Técnico. São Paulo, 2000.

BOTINAS, Rui de Abreu. ESTUDO DO SOLO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, 2017.

CRISTINA, P., Salomão, P., Cangussú, L., & Carvalho, P. Tijolo solo cimento com adição de fibra vegetal: Uma alternativa na construção civil. Research, Society and Development, 7(9), 779439, 2018.

FERNANDES, Fernando de Farias. Uso de Resíduo de Carbureto de Cálcio em Argamassa e Estabilização de Solo. (Dissertação de Mestrado), Universidade Luterana do Brasil, Departamento de Engenharia, 2002.

FERRARI, Henrique Duarte. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO COM TERRA E EFEITOS DA CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA E DA INCORPORAÇÃO DE CINZAS DE EUCALIPTO E DE FIBRAS DE COCO EM SOLO PARA FABRICAÇÃO DE ADOBE. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2018.

NOVATO, Fernanda Gabriela Cardoso Alves. TIJOLOS DE ADOBE COM SOLO- CIMENTO E ADIÇÃO DE RESÍDUO DE RECAPAGEM DE PNEUS. (Monografia). Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra. 2019.

OLIVEIRA, Mesaque Silva De. DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE TELHAS CIMENTÍCIAS REFORÇADAS COM TECIDO DE FIBRAS VEGETAIS DA AMAZÔNIA. (Dissertação De Mestrado). Universidade Federal Do Amazonas, 2017.

PEREIRA, Leticia Azevedo De Farias. UTILIZAÇÃO DA FIBRA DE SISAL PARA PRODUÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS: UMA ANÁLISE FÍSICO-MECÂNICA. (Monografia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro de Engenharias. 2018.

SANTOS, Ádila Michele. AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DO COMPOSTO SOLO-CIMENTO COM INCORPORAÇÃO DE FIBRA DE RÁFIA PARA PRODUÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS. (Monografia). Universidade Federal Do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2016.

SOARES, Geisiane Tavares. SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NA COOPERATIVA DE FIBRAS VEGETAIS, MALVA E JUTA, DE MANACAPURU NO AMAZONAS. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Do Amazonas, Instituto de Ciências Humanas e Letras 2015.



**ARMANDO DIAS DUARTE** - Sou formado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (2016), tendo realizado um intercâmbio de três meses na cidade de Hof, na Alemanha, onde trabalhei em projetos de gestão de resíduos sólidos e educação ambiental. Em 2018, concluí meu mestrado acadêmico em Engenharia Civil e Ambiental na mesma universidade, com ênfase em tecnologia ambiental. Atualmente (em 2019), estou realizando meu doutorado em otimização na área de recursos hídricos também na Universidade Federal de Pernambuco. Minhas áreas de experiência incluem Educação Ambiental, Análise de Ciclo de Vida, Gestão Ambiental, Recursos Hídricos e Sustentabilidade. Tenho trabalhado como consultor em empresas e no meio acadêmico.

**A**

Areia 40, 41, 42, 43, 45, 46

**C**

Concreto protendido 14, 15, 16, 17, 18, 22, 30

Construção 2, 4, 6, 7, 15, 16, 17, 22, 39, 46

**E**

Economia 2, 40

Erro médio absoluto 32, 35, 36, 38

Erro médio quadrático 32, 35, 36, 38

Estação total 31, 32, 36, 37

Estradas 1, 2, 3, 11, 13

**F**

Fibras de juta 40, 41, 42, 46

Fibras de malva 40, 42

**M**

Mobilidade 1, 2, 3, 4, 7

**P**

Painéis 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 29, 30

Pavimento 2, 3, 13

Protensão 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

**S**

Segurança 1, 3, 4, 17, 22

Solo-cimento 40, 41, 44, 45, 46, 47

**T**

Tijolos 6, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47

Transporte 2, 5, 9, 11, 12

**V**

Vias 1, 2, 3

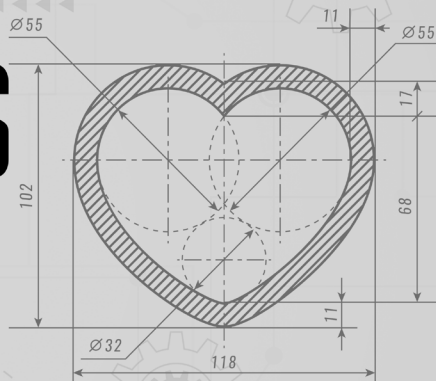
**Z**

Zona rural 1, 2, 3, 11

Zona urbana 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13

COLEÇÃO

# “ENGENHARIAS EU TE AMO”



# ENGENHARIA CIVIL

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

@atenaeditora

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

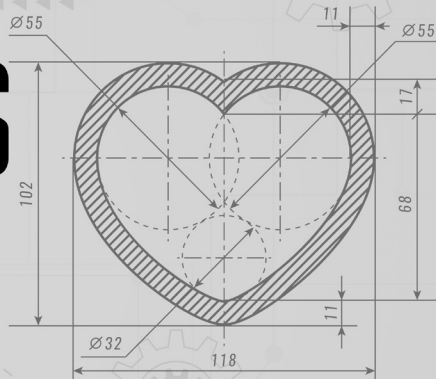


**Atena**  
Editora

Ano 2023

COLEÇÃO

# “ENGENHARIAS EU TE AMO”



# ENGENHARIA CIVIL

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



**Atena**  
Editora  
Ano 2023