

## ESTUDO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS NATURAIS DE INAJÁ (Maximiliana maripa (aublet) drude)

WALEFF ALVES DE SOUSA<sup>1</sup>, ANA CAROLINE PEREIRA NOLASCO<sup>2</sup>, DEBORA FERREIRA MATOS<sup>3</sup> e MARIA EDUARDA RIBEIRO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Esp. em Engenharia de Qualidade, IPOG, São Luís-MA, waleffalves@hotmail.com;

<sup>2</sup>Esp. em Engenharia Ferroviária, IPOG, São Luís-MA, carolnolascoengcivil@gmail.com;

<sup>3</sup>Esp. em Engenharia de Segurança do Trabalho, LABORO, São Luís-MA, eng.deboramatos@hotmail.com;

<sup>4</sup>Esp. em Design de Interiores, IPOG, São Luís-MA, engmariaeduardarbs@gmail.com;

**RESUMO:** A indústria do âmbito da construção civil é considerada um dos ramos mais importantes em questão socioeconômica do Brasil, abrange desde a retirada de insumos até a realização de obras. Sendo assim, o concreto em sua composição pode apresentar classificações, aplicadas de acordo com a sua dosagem, pois, os concretos convencionais e de alta resistência são dados conforme a função da sua resistência à compressão. A metodologia deste trabalho baseia-se em revisão de literatura e na realização prática dos traços de concreto convencional e com adição de fibras naturais de Inajá (Maximiliana maripa (Aublet) Drude). Em seguida, foi realizado o slump test, ensaio de compressão axial e de tração por compressão diametral, de modo a estabelecer comparações entre o concreto convencional e com adição de fibras de Inajá. Posto isso, observou-se através do ensaio de compressão axial, que o uso do concreto com adição de fibras não apresentou valores satisfatórios em relação ao concreto convencional. No entanto, o ensaio à tração por compressão diametral apresentou valores satisfatórios quanto ao uso das fibras de Inajá.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto, Fibras naturais, Inajá.

## STUDY OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE WITH THE ADDITION OF NATURAL FIBERS FROM INAJÁ (maximiliana maripa (aublet) drude)

**ABSTRACT:** The industry in the field of civil construction is considered one of the most important branches in socioeconomic terms in Brazil, ranging from the removal of inputs to the execution of works. Thus, the concrete in its composition can present classifications, applied according to its dosage, since conventional and high-strength concrete are given according to their compressive strength. The methodology of this work is based on a literature review and on the practical realization of conventional concrete mixes and those with the addition of natural Inajá fibers (Maximiliana maripa (Aublet) Drude). Then, the slump test, axial compression test and tensile test by diametral compression, was carried out in order to establish comparisons between conventional concrete and with the addition of Inajá fibers. That said, it was observed through the axial compression test, that the use of concrete with added fibers did not show satisfactory values in relation to conventional concrete. However, the tensile test by diametral compression showed satisfactory values regarding the use of Inajá fibers.

**KEYWORDS:** Concrete, Natural fibers, Inajá.

### INTRODUÇÃO

A indústria do âmbito da construção civil é considerada um dos ramos mais importantes em questão socioeconômica do Brasil, abrange desde a retirada de insumos até a realização da obra (SILVA et al., 2015). O concreto é utilizado como um dos elementos de construção, sendo definida com uma substância simples composta de areia, água, brita e cimento, tornando-se o bloco construtor na civilização, e amplamente utilizado na construção civil, sendo assim, com o surgimento de tecnologias no mundo moderno, esse material está em desenvolvimento e apresenta avanços em várias áreas, com edificações mais duráveis e arrojadas (NASCIMENTO, 2015). O concreto em sua composição pode apresentar classificações, sendo aplicadas de acordo com a sua dosagem, pois, os concretos

convencionais e de alta resistência são dados conforme a função da sua resistência à compressão (DAVID; MARCO, 2021).

As novas tecnologias utilizadas na construção civil têm fomentado a melhor utilização do concreto em obras (ROCHA et al., 2022). Posto isso, é necessário que as construções acompanhem o processo de desenvolvimento de tecnologias e que incorporem mudanças aos métodos convencionais, nesse sentido um dos meios utilizados é de materiais compósitos (SOUSA; SANTOS-JUNIOR; SANTOS, 2019).

## MATERIAL E MÉTODOS

A realização do trabalho iniciou por meio da revisão de literatura (por meio das plataformas de pesquisa: Scielo, Google Acadêmico e Portal de periódicos da CAPES), definição da temática, retornando a busca literária, de modo a explorar informações em livros, artigos científicos, anais de congressos e outras fontes de informações (científicas), com o intuito de compreender a realidade da utilização do concreto convencional e do concreto com adição de fibras naturais no âmbito da construção civil. Para a definição das propriedades do concreto, primeiramente foi definido e realizado o traço com e sem a adição de fibras de Inajá (*Maximiliana maripa (Aublet) Drude*), compostos pelos materiais: água; Cimento Portland Composto – CP II-E-32; areia média; brita 1; óleo mineral (revestimento dos moldes); e fibras naturais. As fibras de Inajá foram coletadas das palmeiras de Inajá, presentes na região de Açailândia, MA. Os demais materiais para realização dos traços e equipamentos para execução dos testes laboratoriais foram cedidos pela empresa Franco Engenharia.

O traço (incluindo a adição de fibras naturais) 1:1:2 e  $f_{ck} = 30$  MPa, que foi definido de acordo com a ABNT NBR 7211:2005 – Agregados para concreto – especificação e a ABNT NBR 6118:2014 - Projetos de estruturas de concreto. As fibras de inajá foram coletadas das copas das palmeiras (citada anteriormente), conforme Figura 1.

Figura 1. Palmeira de Inajá (A) e fibras extraídas (B).



Após isso, a preparação das fibras, sendo desenvolvido os seguintes passos: A – foram retiradas e desfibriladas; B – medição do comprimento, 6 cm; C – realização dos cortes, conforme medida; D – realizado a aferição de massa; e E – Conforme Pires (2009) foram colocadas submersa em detergente (2%) por 1 hora e depois foi realizado o enxague. Em seguida, ocorreu continuidade, conforme Figura 3, por meio dos seguintes passos: A – medido a quantidade do hidróxido de sódio (5%) com a proporção 1g para cada 1 L de água, sendo usada 6 L; B – foram lavadas com água corrente; C – colocadas de forma submersa em hidróxido de sódio pelo período de 10 horas; D – realizado a retirada da água com as substâncias; E – foram lavadas em água corrente; F – após serem lavadas; G – iniciado o processo de escurimento pelo período de uma hora; e H - etapa realizada conforme metodologia adotada por Scheffer, Andrade e Reis (2018), em que as fibras foram adicionadas na estufa Lucadema (modelo 80/100), no laboratório LEMATCON da UEMASUL, pelo período de 24 horas, devido disponibilidade do laboratório, a temperatura de 45°.

As moldagens dos corpos de prova (CPs) foram realizadas, conforme ABNT NBR 5738:2003 - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto, na Franco Engenharia, no município de Imperatriz - MA, devido a universidade não dispor de equipamentos necessários para o desenvolvimento da pesquisa, sendo moldados os CPs, com o total de 36 unidades, sendo que, foram 4 CPs de concreto convencional, 4 CPs com adição de 0,3% e 4 CPs com 0,75% para cada dia de ensaio, em 3, 7 e 28 dias. Sendo realizado os ensaios de abatimento do concreto (slump test), compressão axial

e à tração por compressão diametral, conforme a ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

O processo de elaboração dos traços 1:1:2,  $F_{ck} = 30$  MPa, nas seguintes etapas: A – aferição do valor de 15 kg de areia média, sendo descontado o valor da tara; B - aferição do valor de 30 kg de seixo, sendo descontado o valor da tara; C – aferição de 15 kg de cimento Portland (marca Poty), sendo descontado o valor da tara; D – aferição de 630 g de fibras de inajá; e E – uso do óleo desmoldante nas partes internas das formas dos CPs, com auxílio do uso de EPI (equipamento de proteção individual).

Posteriormente seguiu-se conforme a seguir, na Figura 2, as atividades foram desenvolvidas conforme as etapas: A – concreto com adição de fibras naturais; B – No estado fresco foi iniciado a realização do ensaio de consistência pelo abatimento do tronco de cone, especificações da ABNT NBR 16889:2020; C –preenchimento da forma com concreto; D – mensuração do valor de variação entre o bastão e a altura do concreto; E – concreto foi adicionado nos moldes (em formato de cilindro: diâmetro de 10 cm e altura de 20 cm); F – Os foram CPs moldados e colocados etiquetas, de modo a separar os tipos de concreto (convencional e com adição de fibras 0,3% e 0,75%); G – ensaio de rompimento por compressão axial, total de 18 CPs, realizado em uma prensa hidráulica digital manual 100T I-3001-C; e H – ensaio de rompimento à tração na flexão compressão diametral.

Figura 2. Preparação do traço de concreto e ensaios.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades foram desenvolvidas, com as seguintes etapas, seguindo disponibilidade de atendimento da empresa, que cedeu o espaço e equipamentos para a realização dos ensaios. A elaboração dos traços e os testes dos CPs com adição de fibras (0,75%) foram executados em dias diferentes do concreto convencional e do concreto com adição de fibras 0,3%, devido a necessidade de adquirir maior quantidade de fibras para compor a concentração estipulada e, em seguida, realizar os traços. Acresce a isso, que foi adotada a nomenclatura para os CPs, sendo adicionado a letra “C” para concreto, seguindo de “C” para convencional ou “I” para inajá, acrescentado da “(%)” referente a concentração de fibras (quando houver), sucessivo de números cardinais, resultando em: “CC1” e “CC2” para concreto convencional; CI(0,3%)1 e CI(0,3%)2 para concreto com adição de fibras de Inajá em 0,3%; e CI(0,75%)1 e CI(0,75%)2, para concreto com adição de fibras Inajá em 0,75%.

Durante o processo de elaboração dos traços, houve a realização do *slump test*, que obteve os resultados conforme Tabela 2.

Tabela 2. Ensaio de slump test.

CC	CI (0,3%)	CI (0,75%)
17 cm	17 cm	15 cm

Em seguida, foram executados ensaios de compressão axial, por meio da aplicação de carga de rompimento, conforme Tabela 3

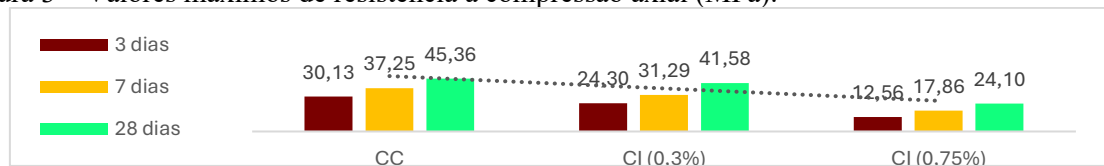
Tabela 3 - Carga de rompimento de compressão axial (tf)

CP	CC1	CC2	CI(0,3%)1	CI(0,3%)2	CI(0,75%)1	CI(0,75%)2
3 dias	24,12	21,7	15,36	19,45	10,05	7,62
7 dias	24,85	29,82	24,78	25,05	14,3	13,43
28 dias	36,31	33,66	33,28	29,71	17,22	19,29
Variação*	51%	55%	117%	53%	71%	153%

\*comparação capacidade de carga de rompimento entre o período de 3 e 28 dias

Por meio da estratificação dos valores máximos obtidos na Tabela 3, aplicados a Equação de resistência a compensação axial do CP (MPa), conforme a ABNT NBR 5739 (2007). Observou-se que, conforme a Figura 3, em ordem decrescente foram apresentados os seguintes valores em critérios de resistência a compressão por tipo de concreto: CC; CI (0,3%) e CI (0,75%).

Figura 3 – Valores máximos de resistência a compressão axial (MPa).



Na Tabela 4, na aplicação de carga de rompimento de resistência a tração por compressão, é possível observar que os valores obtidos de capacidade de carga aos 28 dias são superiores aos 3 dias, exceto no caso do CP CC2, onde ocorreu a sua diminuição. Isso pode ser devido à falta de experiência do discente a realizar o processo de concretagem e moldagem, pois, durante a realização dos ensaios, observou-se que um dos CPs não estava com a superfície totalmente plana, o que influencia de forma direta no recebimento da carga e sua distribuição no CP.

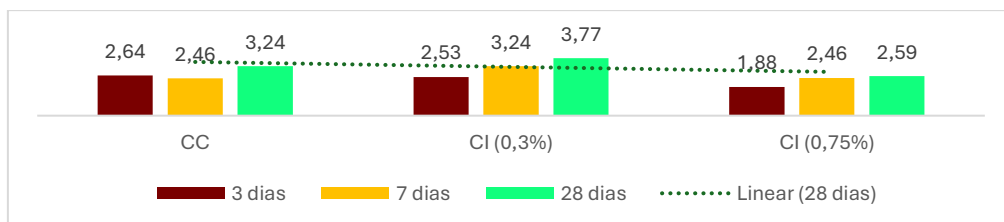
Tabela 4. Carga de rompimento a tração por compressão diametral (tf)

CP	CC1	CC2	CI(0,3%)1	CI(0,3%)2	CI(0,75%)1	CI(0,75%)2
3 dias	4,06	8,45	6,10	8,10	4,22	6,03
7 dias	7,87	7,59	9,83	10,39	7,89	7,89
28 dias	10,38	7,34	8,08	12,08	7,80	8,30
Variação*	156%	-13%	32%	49%	85%	38%

\*comparação capacidade de carga de rompimento entre o período de 3 e 28 dias

Considerando os melhores casos dos CPs por tipo de concreto da Tabela 4, aplicado a Equação de resistência à tração por compressão diametral, de acordo com a ABNT NBR 7222 (2011). 2, obteve-se o Figura 4.

Figura 4 – Valores máximos de resistência à tração por compressão diametral (MPa)



O CC apresentou maior valor de resistência à tração por compressão diametral, inicialmente (2,64 MPa), seguido do CI (0,3%) com 2,53 MPa e CI (0,75%) com 1,88 MPa. No entanto, aos 28 dias houve variação desta ordem decrescente para CI (0,3%) 3,77 MPa, CC 3,24 MPa e CI (0,75%) 2,59 MPa, ou

seja, embora o CC tenha apresentado maior valor inicialmente, o CI (0,3%) superou seu resultado devido ter maior velocidade no processo de ganho de resistência à tração por compressão diametral. Acresce a isso, que se comparado apenas o valor do CC para o CI (0,3%) existe aumento significativo em relação aos valores de resistência. Conforme observado por Fioretin, Andretta e Batiston (2021) que o aumento significativo da tenacidade no concreto pode ser provocado pela adição de fibras, ou seja, os rompimentos nos CPs com fibras apresentam pedaços menores, com relação aos CPs sem uso de fibras.

## CONCLUSÃO

Por meio dos testes realizados, observou-se através do ensaio de compressão axial, que o uso do concreto com adição de fibras não apresentou valores satisfatórios em relação ao concreto convencional. No entanto, o ensaio à tração por compressão diametral apresentou valores satisfatórios quanto ao uso das fibras naturais, sendo importante ressaltar que, nesse teste, devido o valor dos CPs com 0,3% terem apresentados valores maiores do que o convencional e os CPs com 0,75% apresentarem comportamentos insatisfatórios, acredita-se que deve haver um ponto de equilíbrio entre essas concentrações de fibras que possam trazer ainda mais benefícios ao uso do concreto.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT) (2007) NBR 5739: Concreto– Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2005) NBR 7211: Agregados para concreto – especificação. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2010) ABNT NBR 12142: Concreto Determinação da resistência tração na flexão em corpos de prova prismático. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT) (2011) NBR 7222: Concreto e argamassa-Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2014) NBR 6118: Projetos de estruturas de concreto. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2015) NBR: 5738: Concreto –Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2018) NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2020) NBR 16889: Concreto - Determinação da Consistência. Rio de Janeiro.
- DAVID, Wallace; MARCO, Gerson. Vantagens da utilização de concreto borracha na construção civil. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 2, n. 6, p. e26401-e26401, 2021.
- NASCIMENTO, Felipe Bomfim Cavalcante. Corrosão em armaduras de concreto. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 3, n. 1, p. 177-188, 2015.
- PEINADO, Hugo Sefrian et al. Segurança e saúde do trabalho na indústria da construção civil. São Carlos: Editora Scienza, 2019.
- ROCHA, Cibele Aparecida DE MORAES et al. Uso de aditivos retardadores de pega em concreto com agregados da cidade de Teófilo Otoni. Research, Society and Development, v. 11, n. 13, p. e558111335832-e558111335832, 2022.
- SILVA, Otavio Henrique et al. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, p. 39-48, 2015.
- SOUSA, Luis Felipe; SANTOS-JUNIOR, Artur Goes; SANTOS, Maria Luiza Lopes DE OLIVEIRA. Avaliação do desempenho de argamassas cimentícias reforçadas com fibras de poliéster. Brazilian Applied Science Review, v. 3, n. 6, p. 2565-2576, 2019.