

## INFLUÊNCIA DAS FIBRAS DE POLIÉSTER NO DESEMPENHO DE ARGAMASSA CIMENTÍCIA

Luís Felipe Sousa <sup>1</sup>  
Artur Goes dos Santos Junior <sup>2</sup>  
Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos <sup>3</sup>

### RESUMO

A utilização de tecnologias alternativas na produção de materiais utilizados constantemente na construção civil, como o concreto e a argamassa, são uma das principais saídas para os engenheiros que buscam melhores resultados com o uso mais adequado de todos os recursos possíveis. A adição de fibras nesses compósitos tem se destacado no mercado devido ao seu bom desempenho na mitigação de algumas patologias que ocorrem nos concretos e nas argamassas, tanto no estado fresco como no estado endurecido. Diante disso, este trabalho teve como objetivo central o estudo experimental de alguns dos efeitos gerados pela utilização de fibras de poliéster em argamassas de matriz cimentícia, com ênfase no comportamento mecânico. Foram produzidos quatro tipos de argamassas, sendo uma delas padrão e três com adição de fibras, em diferentes teores. Foram analisadas a consistência e a densidade de massa no estado fresco e a resistência à tração na flexão e a densidade de massa no estado endurecido. Os resultados mostraram que há redução da consistência e da densidade de massa (fresco e endurecido) das argamassas quando da presença das fibras na mistura e, além disso, verificou-se o aumento de cerca 20% na resistência à tração na flexão, quando há presença de fibras.

**Palavras-chave:** Argamassa, Fibras, Poliéster, Resistência.

### 1. INTRODUÇÃO

É preciso que as construções de modo geral, acompanhem e satisfaçam o que a sociedade demanda, para isso o desenvolvimento de tecnologias que implementem ou até mesmo substituam os métodos convencionais é de suma importância. Uma dessas tecnologias de implementação decorre do uso de materiais compósitos. Dentre os compósitos que vem ganhando o mercado nos últimos anos são as matrizes cimentícias com fibras para reforço. Estas são usadas em diversos materiais, tais como o concreto e a argamassa.

O desempenho das fibras no compósito vai depender de vários fatores, como: quantidade da fibra utilizada, tipo de fibra, tipo de aplicação, e principalmente as

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, luiss.fs@hotmail.com;

<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Engenharia de Materiais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA, arturgoes.santos@gmail.com;

<sup>3</sup> Professor orientador: Doutora, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, mllo.santos@ufma.br. (83) 3322.3222

características e propriedades mecânicas da fibra, como seu módulo de elasticidade. É necessário que haja um bom estudo preliminar, para que seja evitado um gasto desnecessário em um material que pode se apresentar oneroso em grandes obras, além disso, buscar o emprego do material correto para seus respectivos fins levará aos resultados previstos, sem ocasiões indesejadas (ISAIA, 2017).

As fibras podem se apresentar de várias formas e podem ser desenvolvidas não somente a partir de materiais sintéticos como, por exemplo, a de poliéster, como também de material natural, como as fibras de côco. As fibras utilizadas para reforço mecânico, isto é, com finalidade de aumentar a resistência à tração e à compressão, entre outros tipos de deformação, são conhecidas como macrofibras. Já as microfibras possuem como finalidade principal o controle de fissuras, ocasionadas na maioria das vezes como resposta a retração do material no seu processo de endurecimento (FIGUEIREDO, 2011).

Um dos maiores incentivos para o uso de diversos tipos de fibras para reforço de compósitos de matrizes cimentícias vem do fato de que vários países no mundo, inclusive o Brasil, estão abolindo a fabricação do amianto, produto que por muitos anos trouxe grandes problemas de saúde para os trabalhadores responsáveis pela sua manufatura (ISAIA, 2017).

Diante disso, um tipo de fibra vem conquistando o mercado da construção civil nacional ultimamente, como competidora das já consagradas fibras de polipropileno, trata-se da fibra de poliéster. Muito utilizada na indústria têxtil, essa fibra é produzida a partir de resinas extraídas do petróleo, ou da reciclagem de alguns produtos derivados da mesma matéria-prima, como por exemplo, as garrafas PET. A fibra de poliéster é utilizada em cerca de 50% da produção têxtil, essa grande utilização parte das excelentes propriedades apresentadas pelo material, desde sua resistência a tração e outras deformações, como sua habilidade de resistir também aos meios alcalinos e ácidos (THAKUR et al, 2017).

Dentre as aplicações da fibra de poliéster como material de construção civil se pode destacar o uso das mesmas para a redução da propagação de fissuras em argamassas e concretos. A fissura é uma das manifestações patológicas mais ocorrentes nas edificações. Geralmente, sua causa está relacionada ao efeito da retração dos materiais, e como consequência pode gerar problemas que afetam diretamente a durabilidade das construções.

O uso de fibras de poliéster vem mostrando grande eficiência na mitigação de manifestações patológicas. Diante disso, estudar a aplicação desse tipo de fibra para esse fim é de grande validade para a indústria da construção civil.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo principal estudar a influência das fibras de poliéster no desempenho de argamassas de matriz cimentícia, verificando o comportamento das argamassas nos estados fresco e endurecido, fazendo-se uso de diferentes teores de fibras.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### *2.1. Materiais*

Os materiais utilizados nessa pesquisa foram:

Cimento Portland CP IV - 32 RS: o cimento Portland foi produzido por uma cimenteira localizada no estado do Maranhão, composto por silicatos e aluminatos de cálcio, sulfato de cálcio, material carbonático e material pozolânico.

Areia: a areia utilizada em todas as argamassas tem origem em jazidas localizadas no estado do Maranhão e foi caracterizada como areia média/fina de acordo com a NM 248 (ABNT, 2001).

Fibras sintéticas de poliéster: as fibras utilizadas foram fornecidas por uma Indústria Nacional localizada na região sul do Brasil. As fibras utilizadas na pesquisa possuíam diâmetro aproximado de 20 – 25  $\mu\text{m}$  e comprimento aproximado de 10 – 15 mm.

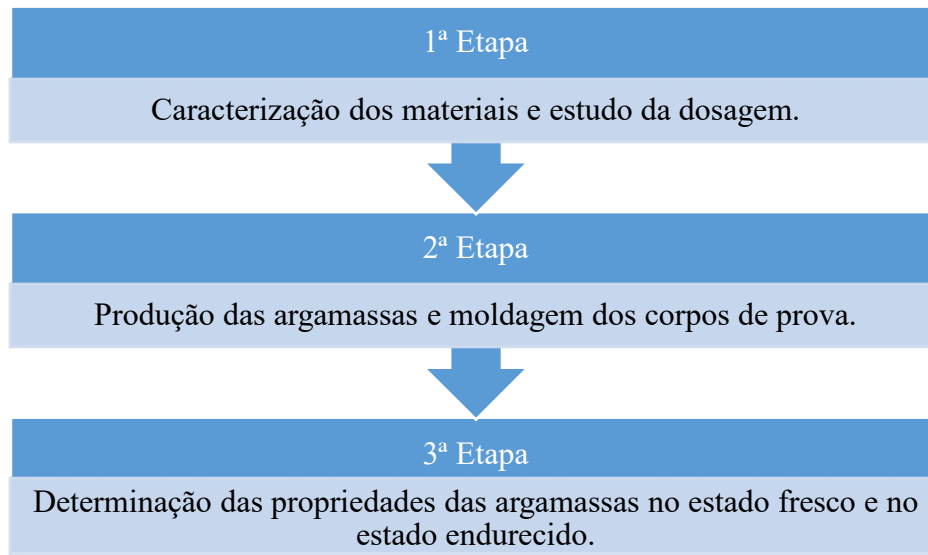
Água: a água utilizada foi retirada da rede de abastecimento local.

Aditivo: fez-se uso de um tipo de aditivo plastificante destinado para argamassas de assentamento e reboco, adquirido em uma loja de material de construção civil, localizada em São Luís/MA. A quantidade utilizada seguiu as indicações do fabricante.

## 2.2. Metodologia

O fluxograma das etapas desta pesquisa está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa



### Caracterização dos materiais e estudo da dosagem

No que tange a caracterização da areia, os procedimentos foram realizados seguindo a NM 248 (ABNT, 2003). Inicialmente, deu-se a secagem da areia em estufa por 24 horas. Em seguida, foi realizado o ensaio para determinação da composição granulométrica da areia. Os resultados mostraram que a areia era do tipo média/fina, possuindo módulo de finura igual a 2,11. Não houve necessidade de realizar a caracterização do cimento e do aditivo, pois por se tratar de produtos industrializados os mesmos já possuem em suas embalagens as informações necessárias à dosagem das argamassas.

A seleção do traço padrão das argamassas estudadas foi motivada pela utilização de traços semelhantes em obras da cidade de São Luís/MA. O traço selecionado foi 1:6 (cimento:areia), em volume, onde variou-se apenas a quantidade de fibras (Tabela 1) para cada argamassa produzida.

Tabela 1 - Quantidade de fibras utilizadas nas argamassas

Argamassa (1:6)	Fibra (g)
A1	0,00
A2	0,44
A3	0,88
A4	1,76

Após a conversão do traço de volume para massa, os valores obtidos de cimento e areia foram divididos por um fator de 4,5 para obter uma quantidade de material compatível com a capacidade da argamassadeira. A Tabela 2 apresenta os traços após a conversão em massa, divisão por 4,5 e as proporções de fibras utilizadas.

Tabela 2 – Traços das argamassas convertidos de volume para massa

Argamassa	Traço da argamassa em massa (kg)	Traço da argamassa ÷ 4,5 (kg)	Traço da argamassa com fibra (g)
A1	1:9,14	0,22:2,03	220:2033,0:0,00
A2	1:9,14	0,22:2,03	220:2033,0:0,44
A3	1:9,14	0,22:2,03	220:2033,0:0,88
A4	1:9,14	0,22:2,03	220:2033,0:1,76

### Produção das argamassas e moldagem dos corpos de prova

A produção das argamassas se deu através da mistura dos componentes em uma argamassadeira mecânica. Todo procedimento seguiu os requisitos estabelecidos na norma NBR 13276 (ABNT, 2016).

Foram produzidas quatro argamassas, sendo elas: uma argamassa padrão (sem fibra) composta apenas de areia, cimento e plastificante; e outros três tipos de argamassa com três quantidades de fibras diferentes, conforme já ilustrado na Tabela 1.

Primeiramente determinou-se a quantidade necessária de água para a preparação das argamassas através do ensaio de índice de consistência, estabelecido na NBR 13276 (ABNT, 2016). Ao alcançar um valor na faixa estabelecida pela norma (260 mm ± 5), fixou-se a

relação água/cimento (a/c) em 1,86, a fim de observar apenas a influência dos teores de fibras no desempenho da argamassa.

Para a realização das moldagens dos corpos de prova, seguiu-se os requisitos estabelecidos na NBR 13279 (ABNT, 2005), utilizando moldes prismáticos poliméricos de dimensões iguais a 4x4x16 cm. Após a moldagem dos corpos de provas, um saco plástico fino foi mantido por cima de cada molde para evitar a perda de água de amassamento por evaporação.

Foram moldados 3 corpos de prova para cada tipo de argamassa produzida. Os corpos de prova foram desmoldados após 48 horas da data de moldagem e deixados em cura ao ar, a fim de simular a realidade das argamassas nos canteiros de obras locais. A Figura 2 (a) e (b) ilustra as etapas mencionadas.

Figura 2 – Moldagem e cura das argamassas



(a) moldes com argamassa aplicada



(b) corpos de prova desmoldados

#### Determinação das propriedades das argamassas no estado fresco e no estado endurecido

Índice de consistência: O ensaio de índice de consistência teve como principal função a determinação da quantidade de água necessária a ser utilizada na produção das argamassas e prover também uma indicação parcial de como a quantidade de fibras pode influenciar na

trabalhabilidade da argamassa. O ensaio foi realizado através dos requisitos estabelecidos na NBR 13276 (ABNT, 2016), conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Consistência da argamassa após o ensaio

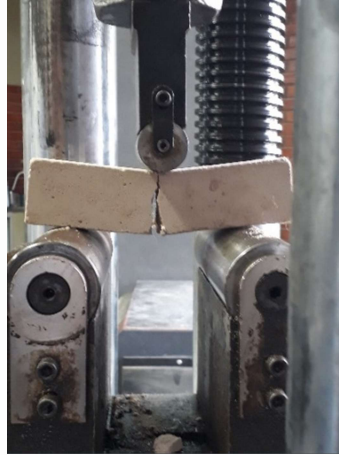


Determinação de densidade de massa no estado fresco: Este ensaio teve como objetivo determinar a influência das fibras na densidade das argamassas produzidas. Foram seguidos os requisitos estabelecidos na NBR 13278 (ABNT, 2016).

Determinação da densidade de massa no estado endurecido: A avaliação da densidade de massa no estado endurecido foi realizada com base na NBR 13280 (2005). Os corpos de prova foram curados por 28 dias e em seguida o ensaio foi implementado.

Resistência à tração na flexão: Os corpos de prova foram ensaiados após os 28 dias de cura, conforme determinação normativa da NBR 13279 (ABNT, 2005). O ensaio foi realizado utilizando uma máquina de ensaio universal (Figura 4), onde o corpo de prova foi apoiado em dois pontos equidistantes com a carga principal sendo aplicada no centro da peça.

Figura 4 – Corpo de prova rompido em ensaio de tração na flexão



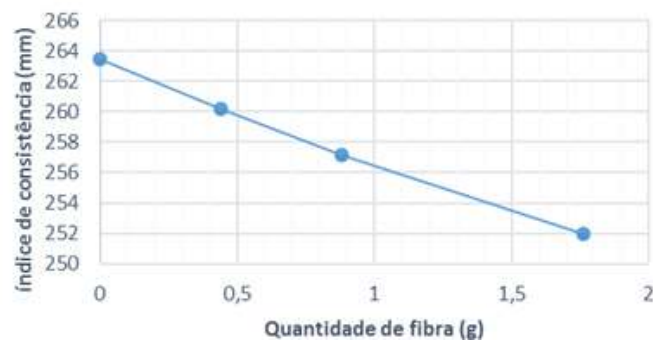
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### Argamassas no estado fresco

##### *Índice de consistência*

O ensaio de índice de consistência mostrou que a presença das fibras promoveu o aumento da consistência das argamassas de maneira diretamente proporcional, ou seja, quanto maior a quantidade de fibras, menor o índice de consistência. Esta influência da quantidade de fibras na consistência das argamassas pode ser observada no Gráfico 1. Esta correlação foi associada às pequenas dimensões de comprimento e diâmetro apresentadas pelas fibras utilizadas, o que ajudou na dispersão das mesmas na mistura de argamassa, assim como a capacidade do material ancorar na matriz cimentícia, gerando uma argamassa mais coesa.

Gráfico 1 – Índice de consistência das argamassas

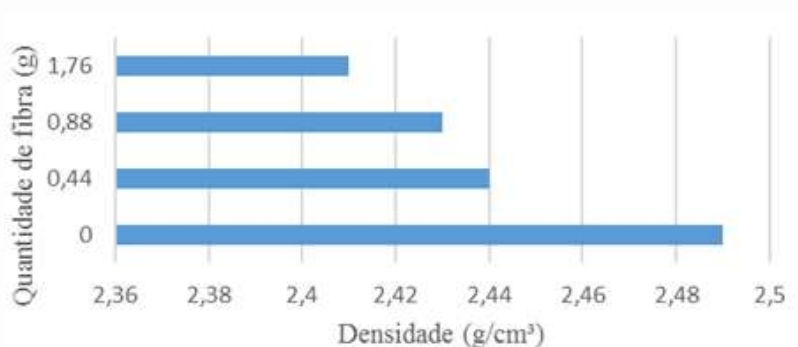




### *Densidade de massa*

De acordo com o gráfico 2, a argamassa A1 (sem fibras) apresentou densidade maior que as demais argamassas produzidas (com fibras). Provavelmente isto se deve à baixa densidade das fibras, cerca de 1 g/cm<sup>3</sup> segundo o fabricante. Além disso, as fibras ao se misturarem aos componentes das argamassas ocuparam o volume que, em um traço padrão, seria ocupado apenas pelos componentes tradicionais da argamassa, resultando na diminuição da densidade e tornando as argamassas mais leves.

Gráfico 2 – Densidade de massa das argamassas



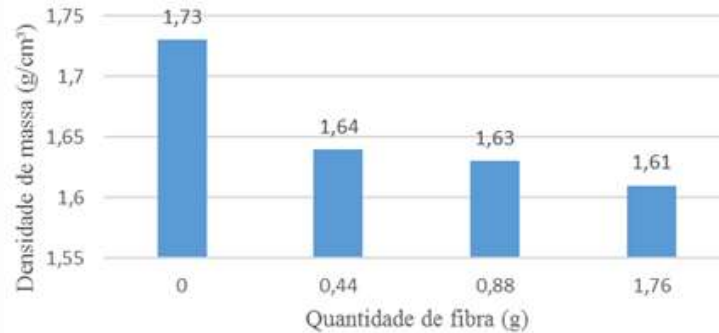
### Argamassas no estado endurecido

#### *Densidade de massa*

Os resultados obtidos para a densidade de massa no estado endurecido foram de valores próximos aos dos resultados obtidos no ensaio de densidade de massa no estado fresco, o que era de se esperar.

Ao comparar a densidade da argamassa padrão (sem fibra) com as densidades das argamassas com fibras incorporadas, percebeu-se que há uma diferença entre elas, onde a argamassa livre de fibras apresentou uma densidade cerca de 6% maior em relação às outras. Já a variação apenas entre as argamassas com fibra não é expressiva, com no máximo 0,3 g/cm<sup>3</sup> de diferença, conforme pode ilustrado no Gráfico 3.

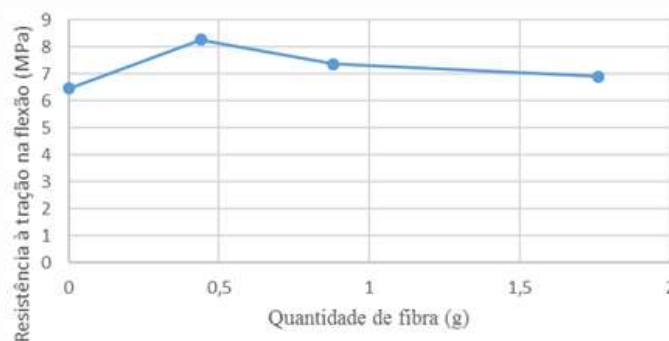
Gráfico 3 – Densidade de massa no estado endurecido



### *Resistencia à tração na flexão*

Os resultados obtidos evidenciaram que as argamassas A2 e A3 apresentaram um aumento de até 28% em sua resistência mecânica à tração na flexão, quando comparadas a argamassa A1. Observou-se ainda através do Gráfico 4, que a argamassa A4 teve diminuição da sua resistência à tração na flexão se comparada com a argamassa A3. Isso pode ter ocorrido pela disposição das fibras na argamassa, ou seja, com as quantidades utilizadas em A2 e A3 as fibras se dispõem de forma mais dispersa, contribuindo com a resistência do material ao esforço de tração, sem interferir de forma demasiada em outras propriedades como a trabalhabilidade do material. Outro ponto muito interessante apontado neste ensaio é como as fibras influenciam no processo de ruptura do corpo de prova. Durante o ensaio percebeu-se que nos pontos onde ocorreram os rompimentos, as fibras formavam uma espécie de “ponte” entre as fissuras, tornando o processo de ruptura mais lento, aumentando assim a ductilidade do material. Esse fenômeno associa-se ao comportamento elástico das fibras, agregando ainda mais valor na sua utilização.

Gráfico 4 – Resultados do ensaio de tração na flexão das argamassas



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi mostrada a influência direta das características e da quantidade de fibras no desempenho das argamassas. Observaram-se melhorias no desempenho e na qualidade da argamassa com fibra, tanto no estado fresco quanto no endurecido, promovendo assim uma maior proteção contra possíveis manifestações patológicas, como a propagação de fissuras, que são consideradas a porta de entrada para agentes agressivos às edificações.

Desta forma, os resultados apresentados, quando colocados em um quadro mais ampliado como na construção de grandes empreendimentos, podem ser um fator importante para promover a redução de custos, mitigação de patologias e garantia da durabilidade das edificações.

Por fim, observou-se também a falta de estudos realizados a cerca do uso do poliéster como fibra na produção de materiais de construção civil. Intui-se que boa parte disso se deve a zona de conforto da indústria da construção civil com o uso de fibras de polipropileno e de aço, por oferecem ótimos resultados e possuem uma série de estudos aplicados em diversas áreas. Apesar disso, é de extrema necessidade que se pesquise e invista em diversos tipos de materiais e métodos construtivos, uma vez que cada “mero” detalhe pode gerar uma melhoria, o que pode levar a uma grande economia e a produtos com ainda mais qualidade.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e ar incorporado.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 248: Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2003.

FIGUEIREDO, A. D. de. **Concreto Reforçado com Fibras.** Tese. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/3/tde-18052012-112833/pt-br.php>. Acesso em: 11 de dezembro de 2017.

ISAIA, G. C. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**, 3ª edição, Volume 1. São Paulo, IBRACON, 2017.

Sindicato nacional da indústria do cimento. **Produção e consumo de cimento no Brasil.** Disponível em: <http://www.cimentoverdedobrasil.com.br/producao-e-consumo-de-cimento-no-brasil/>. Acesso em: 30 de outubro de 2017.

THAKUR R. R.; SHAMA V.; SURYAMASHI M. A.; BMANE V. **Design and study of manufacturing of polyester plant using PTA and MEG.** International journal of advance engineering and research development. V. 04, I. 04, 2017.