AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO NO ESTADO FRESCO E ENDURECIDO DE ARGAMASSA DESTINADA A JUNTAS DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME* EM COMPARAÇÃO COM ARGAMASSA *BASE COAT SYSTEM*

REVISTA ELETRÔNICA MULTIDISCIPLINAR
UNIFACEAR

Gabriela Vieira da Silveira[1];
Rafaela Ukrainski Tosta de Lima[1]; Andressa Gobbi[2]; Elaine Souza dos Santos Marinho[2]; Gabriel Pereira Marinho[2].
[1]Graduandos de Engenharia Civil - Faculdade Educacional Araucária - FACEAR
[2]Professor - Faculdade Educacional Araucária - FACEAR

RESUMO
O comportamento dos elementos estruturais em métodos construtivos de pré-moldados é diretamente afetado pelo desempenho de suas ligações. Estas por sua vez, são compostas por argamassas e recebem grandes concentrações de tensões. Advindas destes esforços, fissuras podem surgir no local das juntas e afetar a estanqueidade e estabilidade do sistema. Entretanto pesquisas do meio cientifico evidenciam que a inserção de fibras poliméricas na matriz cimentícia contribuem de forma a minimizar esta manifestação patológica. Este trabalho destinou-se a analisar a influência de três teores de adições de fibras de polipropileno (3%,5% e 7%) em uma argamassa convencional, tendo como parâmetro comparativo à argamassa industrializada (Base Coat System) a qual já é utilizada nessas ligações; sendo observado os seus comportamentos nos estados frescos e endurecidos. Para tanto, realizou-se ensaios de determinação da consistência e o de densidade da massa e teor de ar incorporado para o estado fresco, e para o estado endurecido o ensaio de resistência à tração, na flexão e à compressão, da determinação da densidade aparente e de absorção da água por capilaridade. Na conclusão dos processos laboratoriais constatou-se que a inserção das fibras na matriz cimenticia melhora a trabalhabilidade da massa e auxilia na forma da ruptura do corpo quando no estado endurecido, demonstrando deformação de maneira dúctil; ainda, a argamassa industrial apresentou um alto índice de consistência e ruptura de forma frágil.

Palavras chave: fibras, polipropileno, juntas de argamassa, pré-moldado.

ABSTRACT
The behavior of structural elements in precast construction methods is directly affected by the performance of their bindings. These in turn consist of mortars and receive high stress concentrations. From these forces, cracks can arise at the joint site and affect the tightness and stability of the system. However, scientific research shows that the insertion of polymeric fibers in the cement matrix contributes to reduce this pathological manifestation. This work aims to analyze the influence of three contents of polypropylene fibers (3%, 5% and 7%) in a conventional mortar, having as a comparative parameter the already qualified industrialized mortar (Base Coat System) in these links; being observed their behaviors in fresh and lasting states. For this purpose, tests shall be carried out to determine the consistency and the mass and air content incorporated for the fresh state, and for the persistent or abrasion, bending and reproduction, bulk density and absorption water by capillarity. In the conclusion of the laboratory processes it was found that the insertion of fibers in the cementitious matrix improves the workability of the mass and the auxiliary form of rupture of the body when there is no lasting state, demonstrating the transformation easily; Moreover, an industrial industry has a high consistency and breakage fragile.

Key Words: fiber, polypropylene, mortar joints, precast.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil brasileira é denotada com uma produção predominantemente voltada em processos artesanais, onde existe um vasto desperdício de matéria-prima e baixa produtividade, fazendo com que o mercado nacional da construção civil, seja considerado como atrasado quanto a novas tecnologias em processos construtivos e de gestão organizacional, apresentando poucas mudanças significativas no decorrer dos últimos anos. (DEBS, 2017).

Sirtoli (2015) retrata haver uma busca por qualidade, rapidez e menores custos, presente no mercado da construção civil, fazendo com que os processos de industrialização de estruturas de pré-fabricados e pré-moldados torne-se uma nova opção de modelo construtivo, visto que não apresentam desperdícios na execução e na montagem das estruturas, possuem alto controle de qualidade e facilidade de produção em série. O emprego de técnicas relacionadas à utilização de elementos pré-moldados e pré-fabricados de concreto é conceituado por Debs (2017), como o percussor na economia do tempo de execução de obras e de custos relacionados à parcela do uso de fôrmas e cimbramento.

Nestes modelos construtivos, a variedade de produtos é vasta, compreendendo lajes, pilares, vigas, escadas, telhas, painéis, placas, entre outros, sendo aplicados em todos os tipos de construções, desde as de grande porte até as mais simples. Entretanto, o surgimento de fissurações na região das juntas entre os sistemas de fechamentos verticais compostos por placas cimentícias, apresenta-se como uma desvantagem da utilização do método da pré-fabricação. (SIRTOLI, 2015).

Compreendendo que o material constituinte das juntas entre as placas, é a argamassa, Silva (2006) afirma que os vários agentes da cadeia produtiva do setor (pesquisadores, construtoras, projetistas e fabricantes de materiais), iniciam buscas por novas soluções através da seleção de materiais compatíveis, que objetivem melhorar o desempenho do revestimento, tendo como exemplo a adição de fibras sintéticas na matriz cimentícia do compósito.

No entanto esse polímero vem sendo introduzido nas argamassas de revestimento sem o devido desenvolvimento tecnológico, sendo somente empírico o conhecimento entre a interação dos produtos do novo material. Nessa realidade, expressa-se a imposição de domínio da tecnologia de produção desse revestimento, fazendo com que se apresentem de forma clara os requisitos e critérios de desempenho que deverão ser observados durante o longo de sua vida útil, tal como o método construtivo mais adequado para que se alcancem as características pressupostas. (SILVA, 2006).

2. DESENVOLVIMENTO

Segundo Crasto (2005), o mercado brasileiro da construção civil está em busca por novas tecnologias de construções, visando estruturas mais leves e econômicas a fim de atenderem as expectativas tecnológicas do meio. Partindo deste pressuposto, os sistemas formados por perfis de aço galvanizados a frio, apresentam uma fase de crescimento rápido no país, encontrando-se no estágio de grande aceitação por parte dos investidores, tendo em vista as suas diversas vantagens quando comparado ao sistema tradicional construtivo.

O sistema de fechamento de *LSF* que possui maior adesão no meio construtivo nacional é o composto por placas cimentícias com aplicação de argamassa na região das juntas, visto que este modelo lembra o sistema tradicional brasileiro de construção. No entanto este procedimento apresenta fissuração nas intersecções entre placas, pois a argamassa constituinte não apresenta grande resistência aos esforços solicitantes presentes. (SANTIAGO, 2008).

2.1 JUNTAS EM SISTEMA CONTRUTIVO LIGTH STEEL FRAME

A ABNT NBR 13755 (ABNT, 1996) define juntas entre subsistemas como um espaço regular entre duas peças de materiais idênticos ou distintos. De acordo com Sirtoli (2015), elas têm a finalidade de realizar uma interligação entre elementos a fim de compor um sistema estrutural capaz de resistir a todas as forças atuantes, incluindo ações indiretas oriundas da retração, movimentos térmicos, atuação dos ventos, entre outras.

O dimensionamento das juntas, em relação aos esforços de compressão, consiste em verificar as tensões atuantes e verificar os elementos pré-moldados considerando as tensões de tração. (DEBS, 2017).

A FIGURA 1 ilustra o comportamento de juntas submetidas a compressão:

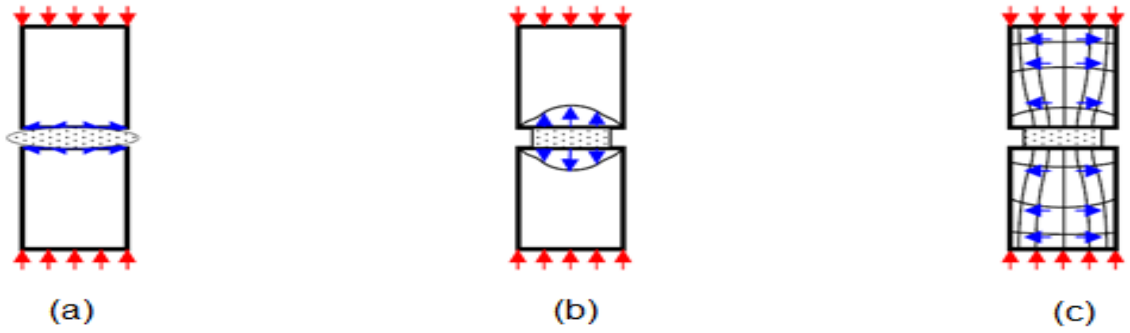

FIGURA 1: COMPORTAMENTO DE JUNTA DE ARGAMASSA SUBMETIDA À COMPRESSÃO
FONTE: EL DEBS (2017) “CONCRETO PRÉ-MOLDADO: FUNDAMENTO E APLICAÇÕES”

Na representação denominada como (a) ocorre a demonstração do esmagamento da junta, devido ao modulo de elasticidade da argamassa ser menor que o do concreto das placas; a ilustração (b) apresenta a distribuição das tensões que as juntas causam devido a influência da argamassa junto as faces externas das placas e o desenho (c) mostra como se distribuem as tensões de tração nas placas pré-moldadas. (DEBS, 2017).

Segundo Crasto (2005), classificam-se as juntas em dois sistemas: juntas aparentes e juntas invisíveis. Independentemente do sistema utilizado, as juntas devem apresentar no mínimo 3 mm entre as placas em todo o perímetro das placas e entre elas e as esquadrias. E no caso de encontro de placas cimentíceas com outros materiais, é interessante o uso de juntas de dessolidarização.

Estes sistemas de fechamentos compostos por placas cimentícias possuem a aplicação de argamassa na região das juntas, lembrando o sistema tradicional brasileiro de construção. No entanto este procedimento apresenta fissurações nas intersecções entre placas, pois a argamassa constituinte não apresenta grande resistência aos esforços solicitantes presentes. (SANTIAGO, 2008).

Crasto (2005) afirma que as pesquisas para o uso da argamassa revestindo as placas cimentíceas têm evoluído no sentido de resolver os problemas de trincas e fissuras relativas à movimentação e variação dimensional da estrutura e das placas, elaborando argamassas mais flexíveis e proporcionando superfícies mais aderentes. Como forma de corrigir estas fissuras, vem sendo utilizado compósitos constituídos por matriz frágil reforçada com fibra dúctil, por exemplo, as argamassas reforçadas com fibras de polipropileno.

As fibras em uma matriz cimentada podem, em geral, ter dois efeitos importantes: primeiro, elas tendem a reforçar o compósito sobre todos os modos de carregamento que induzem tensões de tração, sendo retração restringida, tração direta ou na flexão e cisalhamento; segundo elas melhoram a ductilidade e a tenacidade de uma matriz frágil. (JOHNSTON, 1994). Ainda sobre isso, a orientação de uma fibra relativa ao plano de ruptura, ou fissura, influencia fortemente sua habilidade de transmitir cargas, uma fibra que se posiciona paralela ao plano de ruptura não tem efeito, enquanto que uma perpendicular tem efeito máximo.

Polipropileno é uma fibra sintética, derivada do petróleo, quimicamente inerte e estável resistente ao meio alcalino. Não absorve água e não se oxida, melhora a estabilidade dimensional evitando as fissuras de retração, além de aumentar as resistências mecânicas do revestimento. (BAUTECH, 2014).

2.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM JUNTAS

Medeiros et.al (2014) e Santiago (2008) declaram ser no fechamento externo entre as placas cimentícias que compõe uma fachada do sistema construtivo *LSF*, o local mais propício a apresentar trincas e fissuras, principalmente nas juntas entre as placas conforme mostram as FIGURA 02 e FIGURA 03.



FIGURA 2: FISSURAS EM PLACAS
FONTE: LSTIBUREK (2007).



FIGURA 3: FISSURAS EM PLACAS
FONTE: TESTOLINO ET AL. (2009)

Estas manifestações patológicas podem causar a falta de estanqueidade das paredes, afetando a parte estética e causando a corrosão dos perfis de aço. Uma vez que se pretende propagar cada vez mais o uso deste modelo construtivo formado por perfis metálicos com fechamento em placas cimentícias, este problema, visível a olho nu pelo leigo, promove a rejeição quase de imediato ao sistema quando comparado as manifestações patológicas que também ocorrem nas construções convencionais de alvenarias. (MEDEIROS et.al, 2014).

De acordo com Crasto (2005), ainda há certas dificuldades na execução deste sistema, que podem ocasionar manifestações patológicas, principalmente pelas placas de fechamento e as membranas de impermeabilização não apresentarem uma superfície adequada para a aderência da argamassa e pelo revestimento estar exposto às condições climáticas que podem influir no desempenho final.

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Desta forma, a etapa do trabalho consistiu na preparação das amostras das argamassas convencionais com adições de fibras (ACF) e das amostras da argamassa industrial *Base Coat* (AIB).

Com as amostras confeccionadas, o próximo passo do estudo, se deu pela realização dos ensaios no estado fresco e endurecido de ambas as argamassas, no laboratório da Unifacear. Para o estado fresco, os ensaios realizados foram o da consistência e da densidade da massa e teor de ar incorporado, já para o estado endurecido foram executados os ensaios de resistência á tração e compressão na flexão, da densidade aparente e da absorção de água por capilaridade.

Posteriormente aos ensaios, constituiu-se o estágio de coleta de resultados, a fim de organizar as informações obtidas para a futura análise da real influência da adição de fibras de polipropileno na argamassa convencional e o comportamento da argamassa industrial. Após a análise dos resultados, se soube a real influência da adição de fibras poliméricas de polipripileno em argamassa convencional nos dois estados. O fluxograma representado na FIGURA 4 apresenta um detalhamento das principais etapas de desenvolvimento do programa experimental.

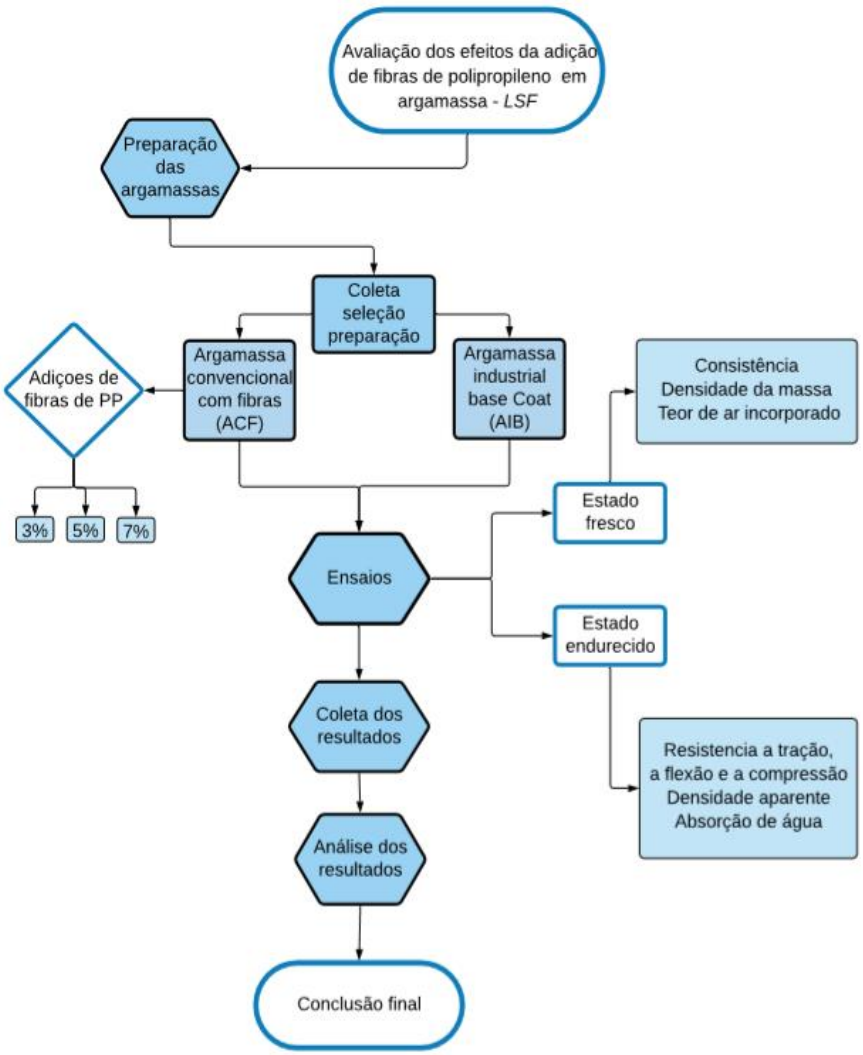

FIGURA 4: FLUXOGRAMA
FONTE: OS AUTORES, 2019.

2.3.1 Definição dos traços das argamassas

Para a confecção das amostras da argamassa convencional com adição de fibras de polipropileno e argamassa industrializada *Base coat*, foram adotadas algumas especificidades relatadas a seguir.

2.3.2 Argamassa convencional com adição de fibras de polipropileno

A argamassa convencional foi formulada no traço base de 1:2:8 (cimento, cal e areia fina), com três teores de adições de fibras, que são 3%, 5% e 7% em relação a proporção de aglomerante presente na mistura.

Para a obtenção dos valores dos componentes presentes no traço, de volume para massa, primeiro foi obtida a quantidade de cimento com a EQUAÇÃO 1, e posteriormente multiplicou-se os coeficientes pela quantidade de cimento encontrada.

$$C = \frac{V}{\frac{1}{\gamma c} + \frac{b}{\gamma cl} + \frac{c}{\gamma a} + \frac{a}{a} + d} \quad (1)$$

Onde:

V = volume do recipiente de ensaio; γa = peso específico da areia;

γc = peso específico do cimento; a/a = relação água / aglomerante;

γcl = peso específico da cal hidratada; 1:b:c = traço da argamassa expressa em massa.

d = teor de adição de fibra de polipropileno em relação a massa de cimento.

E então obtivemos as seguintes quantidades de materiais para cada adição conforme TABELA 1:

TABELA 01: CONVERSÃO DOS TRAÇOS DA ACF

MOLDES RETANGULARES E CILINDRICOS						
TRAÇO	**FIBRAS**	**CIMENTO (g)**	**CAL HIDRATADA (g)**	**AREIA (g)**	**ÁGUA (g)**	**FIBRA (g)**
1:2:8:0,75	3%	55,666	111,332	445,328	125,249	1,670
1:2:8:0,75	5%	55,460	110,920	443,682	124,785	1,664
1:2:8:0,75	7%	55,256	110,512	442,047	124,326	1,658

FONTE: OS AUTORES, 2018.

2.3.3 Argamassa industrial *Base Coat*

Conforme manual técnico da empresa *Profort,* a argamassa *Base Coat* é um produto a base de liga cimentícia, agregados minerais com granulometria controlada, aditivos químicos e componentes de impermeabilização.

Seu preparo se deu conforme indicação técnica contida na embalagem do material, través de indicações de fabricantes, sabe-se que uma embalagem de 20kg rende uma aplicação de 7m² com espessura de 3mm; a quantidade de massa utilizada para cada corpo de prova foi de 258 gramas e 57ml de água.

2.4 ENSAIOS

Os ensaios realizados e suas respectivas normas estão na TABELA 02.

TABELA 02: ENSAIOS E NBR.

ENSAIOS DA ARGAMASSA			
ESTADO FRESCO		ESTADO ENDURECIDO	
ENSAIO	NBR	ENSAIO	NBR
Ensaio de consistência	NBR 13276/2005	Ensaio de resistência à tração, na flexão e à compressão	NBR 13279/2005
Ensaio de densidade da massa e teor de ar incorporado	NBR 13278/1995	Ensaio da determinação da densidade aparente	NBR 13280/1995
		Ensaio de absorção da água por capilaridade	NBR 9779/1995

FONTE: OS AUTORES, 2019.

3. RESULTADOS

Após a realização dos ensaios para os estados frescos e endurecidos de ambas argamassas, os resultados encontrados foram analisados conforme dissertado a seguir.

3.1 ENSAIOS ESTADO FRESCO

3.1.1 Ensaio de determinação do índice de consistência

A Tabela 3 indica os resultados do ensaio da determinação da consistência. Sabe-se que quanto menor o espalhamento subentende-se que a argamassa é mais difícil de se deformar, o que influência e dificulta diretamente na sua trabalhabilidade.

TABELA 03: VALORES DE ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA.

ENSAIO:	ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA
NBR:	13276
AMOSTRA	**ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA (mm)**
ACF 3%	110
ACF 5%	123
ACF 7%	123
AIB	100

FONTE: OS AUTORES, 2019.

3.1.2 Ensaio da densidade da massa e teor de ar incorporado

A TABELA 4 apresenta os resultados do ensaio da densidade de massa e teor de ar incorporado.

TABELA 04: VALORES DA DENSIDADE E TEOR DE AR INCORPORADO.

ENSAIO: DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE MASSA E DO TEOR DE AR INCORPORADO		
NBR: 13278		
AMOSTRA - PORCENTAGEM DE FIBRAS	**DENSIDADE DA MASSA DE ARGAMASSA (A) (g/cm³)**	**TEOR DE AR INCORPORADO (%)**
ACF 3%	1,85	35
ACF 5%	2,12	25
ACF 7%	1,89	33
AIB	1,59	44

FONTE: OS AUTORES, 2019.

3.2 ENSAIOS NO ESTADO ENDURECIDO

A obtenção dos resultados para estes ensaios se deu através da produção de 48 corpos de prova para a ACF e 16 corpos de prova para a AIB, obtendo os seguintes resultados:

3.2.1 Ensaio de resistência à tração na flexão e a compressão.

Os resultados de resistência a tração na flexão e a compressão encontram-se na tabela 5.

TABELA 05: VALORES DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO E A COMPRESSÃO.

ENSAIO: RESISTENCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO E COMPRESSÃO			
NBR: 13279			
AMOSTRA	**IDADE DA AMOSTRA**	**FLEXÃO (kN)**	**COMPRESSÃO (kN)**
ACF 3%	7	0,33	3,59
ACF 3%	14	0,33	4,53
ACF 3%	28	0,66	5,70
ACF 5%	7	0,34	2,17
ACF 5%	14	0,34	2,93
ACF 5%	28	0,37	6,63
ACF 7%	7	0,30	1,72
ACF 7%	14	0,34	2,26
ACF 7%	28	0,40	5,61
AIB	7	1,70	15,39
AIB	14	2,38	15,87
AIB	28	12,99	21,06

FONTE: OS AUTORES, 2019.

A FIGURA 5 apresenta a relação de ganho de resistência x tempo referente aos esforços de tração na flexão de todas as amostras, onde o maior valor das amostras com fibras é da adição de 3% com 0,66 kN e 12,99 kN para a amostra AIB.

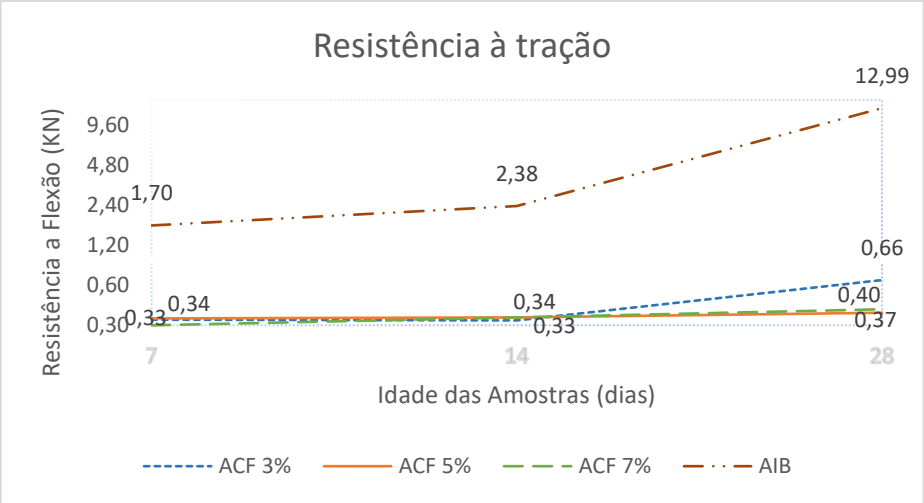

FIGURA 5: GRÁFICO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO
FONTE: OS AUTORES, 2019.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**6 retrata a relação dos esforços de compressão, tendo o maior valor dentre as amostras com fibras para a amostra ACF 5% (6,63 kN), e as amostras AIB 21,06 kN.

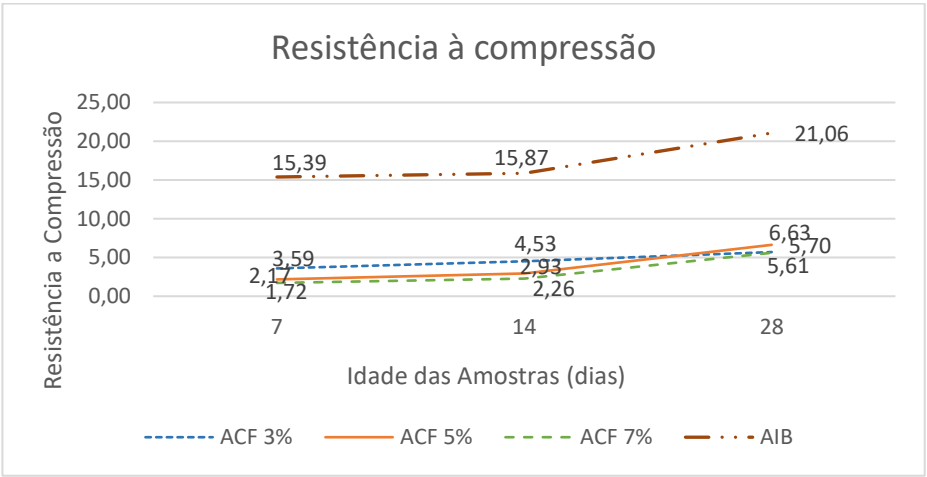

FIGURA 6: GRÁFICO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
FONTE: OS AUTORES, 2019.

Tanto a resistência à flexão quanto à compressão, os resultados apresentados pelas amostras AIB foram visivelmente superiores aos das amostras ACF, avaliou-se que isso pode ser devido ao tipo de cimento usado em argamassas industrializadas ou também algum aditivo utilizado na composição (não se teve acesso a informações de composição da argamassa usada nos ensaios).

Durante a realização deste ensaio as amostras ACF apresentaram um comportamento dúctil, com grande deformação antes do rompimento. Após realizado o rompimento dos corpos de prova de flexão e compressão, visualizou-se a forma como as fibras ficaram distribuídas no interior dos elementos, conforme ilustram as **Erro! Fonte de referência não encontrada.**7.





FIGURA 7: CORPOS DE PROVA COM FIBRAS
FONTE: OS AUTORES, 2019

Entretanto, quando foram realizados os ensaios das amostras AIB, notou-se um comportamento extremamente frágil na hora do rompimento, conforme FIGURA 8, os corpos de provas não apresentaram deformações visíveis ao longo do rompimento.





FIGURA 8: ENSAIO ARGAMASSA *BASE COAT* (AIB)
FONTE: OS AUTORES, 2019

3.2.2 Ensaio da determinação da densidade aparente

No ensaio para a determinação da densidade aparente nota-se que quanto maior a adição de fibras, maior será a densidade de massa aparente, conforme expresso na TABELA 6.

TABELA 06: DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE

ENSAIO: DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE MASSA APARENTE		
NBR:13280		
AMOSTRA	**IDADE DA AMOSTRA**	**γap *(g/cm²)***
ACF 3%	28	67,79
ACF 5%	28	68,26
ACF 7%	28	69,64
AIB	28	54,87

FONTE: OS AUTORES, 2019

Em relação às amostras AIB, evidencia-se que atingiram o menor valor, ratificando o resultado apresentado no ensaio de densidade de massa e teor de ar incorporado do estado fresco. Esta reação pode estar atrelada ao tipo de cimento ou aditivo empregado na composição dessa argamassa.

3.2.3 Ensaio da absorção da água por capilaridade

Neste ensaio, todas as amostras com adições de fibras de polipropileno apresentaram uma absorção pelo total dos corpos de prova e as amostras AIB apresentaram pouca absorção de água por capilaridade após as 72 horas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) penetrando somente 2 cm do corpo de prova.

TABELA 07: ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIEDADE

ENSAIO: ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE	
NBR: 9779	
AMOSTRA	**ABSORÇÃO**
ACF 3%	0,694
ACF 5%	0,845
ACF 7%	0,758
AIB	0,076

FONTE: OS AUTORES, 2019

3. CONCLUSÃO

Concluiu-se que tratando do estado fresco, as amostras de ACF apresentaram o comportamento semelhante entre as adições, tendo a amostra com adição de 3% o menor índice de consistência apresentado. As amostras de AIB, não apresentaram modificação após a realização do ensaio da determinação do índice de consistência, expressando o valor de 100mm, demostrando a sua baixa trabalhabilidade sujeitando os corpos de prova ao formato final com vazios e superfície totalmente irregular.

Analisando a densidade e o teor de ar incorporado, observou-se que existe uma relação inversamente proporcional dos parâmetros mencionados, ou seja, quanto maior a sua densidade, menor é o seu teor de ar incorporado. Este comportamento foi verificado para ambas as amostras, ACF e AIB. Das amostras ACF, a adição de 5% apresentou a maior divergência entre os parâmetros.

Acerca do estado endurecido, foi verificada entre as amostras de ACF, a maior resistência a tração na flexão na adição de 3%, estas com a capacidade de 0,66kN. No quesito de resistência à compressão, a que obteve o maior índice foi a de 5% com 6,63kN. As amostras de AIB, apresentaram resultados extremamente superiores quando comparados aos das amostras ACF, sendo a capacidade de 12,99kN para a tração na flexão e 21,06kN para a compressão.

Tem-se que para a absorção de água por capilaridade, todas as amostras do tipo ACF alcançaram absorção pelo seu total dos corpos de prova, sendo o maior índice da ACF 5% e o menor índice das amostras AIB. A densidade de massa aparente nas amostras ACF é diretamente proporcional ao teor de adição e as amostras AIB obtiveram a menor densidade de massa aparente.

Evidencia-se que adição de fibras atuou de forma favorável na ruptura das argamassas, apresentando um comportamento dúctil, com grande deformação antes do rompimento. Já as amostras de AIB demonstraram comportamento frágil, com nenhuma deformação antes da ruptura.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: Terminologia. Rio de Janeiro, 1995. 8 p.

_____. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante Procedimento. Rio de Janeiro, 1996. 11 p.

BANTHIA, N. **Fiber Reinforced Concrete**. SP-142, Detroit: James I. Daniel e Surendra P. Shah, eds., American Concrete Institute, 1994.

CRASTO, R. C. M. **ARQUITETURA E TECNOLOGIA EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS: LIGHT STEEL FRAMING.** 2005. 231 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

DEBS, M. K. Et al. **Concreto pré-moldado:** fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo, Sp: Oficina de Textos, 2017. 456 p.

JOHNSTON, C. D. **Fiber-Reinforced Cements and Concretes (Advances in Concrete Technology).** 2. ed. Ottawa: V.m. malhotra, 1994. 673 p.

MEDEIROS, J.S. et al. Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2014. **Manual de Construção em Aço:** Tecnologias de Vedação e Revestimento para Fachadas. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2014. 128 p. Disponível em: <http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual_de_vedacoes.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

SANTIAGO, A. K. **O Uso Do Sistema Light Steel Framing Associado A Outros Sistemas Construtivos Como Fechamento Vertical Externo Não Estrutural.** 2008. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: <http://www.tede.ufop.br/tde_arquivos/11/TDE-2012-03-08T155950Z-681/Publico/DECIV - Diss - Alexandre Kokke Santiago.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2018.

SILVA, R. P. **Argamassas Com Adição De Fibras De Polipropileno - Estudo Do Comportamento Reológico E Mecânico**. 2006. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-17112006141646/publico/rosianyedicaorevisadadadissertacao19julho.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2019.

SIRTOLI, A. S. C. **Industrialização Da Construção Civil, Sistemas Pré-Fabricados de Concreto e Suas Aplicações.** 2015. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2015/TCC_ALEX SANDRO COUTO SIRTOLI.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2018.

TAYLOR, G. D. **Materials in Construction.** 2. ed. London: Longman Scientific & Technical, 1994. 284 p.