

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO

Géssica Centofante*
Carlos Maurício Dagostini**

Resumo

As fibras são materiais inertes que vêm sendo utilizados há muitos anos no ramo da construção civil, a fim de diminuir as patologias das edificações, principalmente dos revestimentos, apesar de não contribuírem para o aumento das resistências mecânicas. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar e expor as características e propriedades de um traço padrão de argamassas de revestimento com adição de diferentes teores de fibras de polipropileno, comparando-se as argamassas com e sem adição. Como resultado, constatou-se que a adição de fibras de polipropileno influencia nas características das argamassas, diminuindo a consistência, a retenção e absorção de água e a densidade da massa, tanto no estado fresco quanto no endurecido, e não influencia significativamente nas resistências, o que já era esperado. Foi escolhido o teor de 0,5% de adição de fibra de polipropileno como dosagem ideal, o qual gerou dados aceitáveis em todos os experimentos realizados.

Palavras-chave: Revestimento de argamassa. Fibras. Polipropileno. Fissuras.

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em argamassas, é de grande importância que se tenha um elevado desempenho em certas aplicações para evitar a degradação do material, já que as funções de um revestimento em argamassa vão desde a proteção à alvenaria, de regularização das superfícies e estanqueidade, até funções de natureza estética.

Fissuras e deslocamento de placas são os problemas mais decorrentes em revestimentos. A presença de fissuras nas argamassas facilita o acesso da água e de agentes agressivos para o interior das edificações, gerando mais patologias e prejudicando a vida útil.

Diante destes problemas, tem-se buscado soluções para a melhoria dos revestimentos, e a incorporação de fibras em argamassas é uma boa alternativa, pois reforça a matriz cimentícia, controlando a fissuração do compósito e alterando o seu comportamento após esta.

A fibra de polipropileno é uma das mais utilizadas em materiais cimentícios; isso se explica pelo polipropileno ser quimicamente inerte, não absorver água, ser imputrescível, não enferrujar e possuir baixo custo e fácil disponibilidade para a obtenção da fibra.

Considerando a crescente utilização de fibras em materiais cimentícios e a necessidade de desenvolvimento tecnológico, o presente trabalho enfoca a produção de argamassas de revestimento com adição de fibras de polipropileno para promover conhecimento e avaliar as características dos compósitos de argamassa com e sem adição.

* Graduanda em Engenharia Civil na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gessicac.eng@gmail.com

** Professor Especialista na Universidade do Oeste de Santa Catarina; Rua Getúlio Vargas, 2125, Bairro Flor da Serra, 89600000, Joaçaba, SC; carlos.dagostini@unoesc.edu.br

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 CARACTERIZAÇÃO

Os materiais utilizados para a composição das argamassas foram: aglomerantes – cimento CP II – Z 32 e cal CH III; agregado miúdo – areia, água, fibras de polipropileno e aditivo plastificante. Para alguns materiais foram realizados ensaios a fim de analisar suas características físicas e mecânicas.

Para a areia, foram realizados ensaios de granulometria, segundo a NBR NM 248 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, 2003), tendo como resultados os valores de 1,44 para o módulo de finura e 1,2 para a dimensão máxima característica, ficando dentro da zona utilizável inferior; inchamento, segundo a NBR NM 6467 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, 2009), tendo como resultados o valor do coeficiente de inchamento médio de 1,58 e a umidade crítica em torno de 8%; e massa específica, a partir da NBR NM 52 (ABNT, 2009), com os resultados na Tabela 1. O cimento e a cal foram ensaiados para a determinação da massa específica a partir de recomendações da NBR NM 23 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, 2001); os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Massa específica

Material – Norma referente	Massa específica
Areia NBR NM 52 (ABNT, 2009)	2,59
Cimento NBR NM 23 (2001)	2,9
Cal NBR NM 23 (2001)	2,4

Fonte: os autores.

2.2 PREPARO DAS ARGAMASSAS

2.2.1 Determinação do traço

O traço utilizado na produção das argamassas referente a esta pesquisa foi baseado em um traço existente e utilizado em obra na cidade de Campos Novos, SC. A escolha deste traço se deu, em razão da utilização de fibras de polipropileno na argamassa desta obra, que fez com que diminuíssem algumas fissuras que estavam aparecendo no revestimento, quando este era executado com argamassa sem adição dessa fibra.

O traço escolhido, então, foi de 1:0,2:6, sendo, respectivamente, quantidades referentes a cimento, cal e areia. O consumo de cal é baixo, pois em uma tentativa de reduzir a fissuração, o engenheiro responsável pela obra optou por diminuir a quantidade de cal no traço sem fibra; esta pode causar retração e, conseqüentemente, fissuras. Mas essa medida não apresentou resultado satisfatório. Mesmo assim, o engenheiro da obra decidiu continuar utilizando cal no traço com o objetivo de deixar a argamassa mais trabalhável.

A quantidade de água acrescentada à mistura também foi em relação à utilizada na obra; em todos os traços fixou-se a mesma quantidade. Também para todos os traços se acrescentou uma quantidade fixa de aditivo plastificante, obtido pelo engenheiro da obra. As quantidades utilizadas de cada material estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade de materiais utilizados no traço

Traço – 1:0,2:6	Quantidade
Cimento (Kg)	0,725
Cal (Kg)	0,145
Areia (Kg)	4,13
Água (Kg)	0,687
Aditivo (ml)	2,9

Fonte: os autores.

2.2.2 Determinação da quantidade de fibra

A escolha das porcentagens de adição da fibra de polipropileno nas argamassas foi baseada em dois fatores: recomendações dos fabricantes e quantidade utilizada pelo engenheiro na obra de Campos Novos.

Em uma pesquisa efetuada, constatou-se que os fabricantes recomendam quantidades mínimas e máximas de fibra por saco de cimento e por m³ de argamassa produzida, e também uma quantidade ótima de adição.

A partir dessas informações, chegou-se a algumas porcentagens, sendo elas: 0% (traço padrão), 0,2% (quantidade mínima – 100 g de fibra para cada saco de cimento utilizado no traço da argamassa); 0,4% (quantidade ótima – 200 g de fibra para cada saco de cimento), 0,5% (intermediário – 250 g de fibra para cada saco de cimento) e 0,6% (quantidade máxima de adição de fibra recomendada pelos fabricantes – 300 g de fibra para cada saco de cimento).

As quantidades de fibras utilizadas para cada teor na produção das argamassas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Quantidade de fibra utilizada por teor

Teor fibra de polipropileno	Quantidade (g)
0%	0
0,2%	1,45
0,4%	2,9
0,5%	3,63
0,6%	4,35

Fonte: os autores.

2.2.3 Produção das argamassas

Para que a produção das argamassas fosse o mais parecido possível com o que é feito na obra de Campos Novos, os materiais utilizados foram disponibilizados pelo engenheiro e são os mesmos utilizados na obra. A areia foi utilizada com a mesma umidade vinda da obra; esta foi assegurada acondicionando-a em sacos plásticos fechados até o momento do seu uso. A umidade foi determinada para três amostras e o resultado médio foi de 6,12%.

Inicialmente, fez-se uma proporção do traço escolhido, em peso, adequando-o ao tamanho da argamassadeira. Após isso, pesou-se cada componente em uma balança e se misturaram todos os materiais secos, sem adição de água. Levou-se essa mistura para a argamassadeira e adicionou-se a água lentamente, já com a argamassadeira em funcionamento. O aditivo foi adicionado logo após a água. Conforme recomendação do fabricante das fibras, efetuou-se a mistura por um período aproximado de quatro minutos, para que houvesse uma maior distribuição das fibras na argamassa.

2.3 AVALIAÇÃO DAS ARGAMASSAS NO ESTADO FRESCO

Nessa etapa foram avaliadas as propriedades reológicas das argamassas no estado fresco com adição de fibras de polipropileno, fazendo um comparativo com as propriedades da argamassa sem adição da fibra. Realizaram-se ensaios de índice de consistência, teor de ar incorporado, densidade de massa e retenção de água. Todos os ensaios foram feitos no Laboratório de Materiais e Solos da Unoesc de Joaçaba e seguiram as normas referentes.

2.4 AVALIAÇÃO DAS ARGAMASSAS NO ESTADO ENDURECIDO

Nessa etapa foram moldados os corpos de prova de argamassa segundo a NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) para caracterizá-los quanto ao seu estado endurecido, e depois correlacionar os resultados com as características no estado fresco. Para tanto, foram realizados ensaios mecânicos de resistência

à tração na flexão e compressão, determinação da densidade aparente e absorção de água por capilaridade. Estes ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais e Solos da Unoesc de Joaçaba e seguiram as normas referentes.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

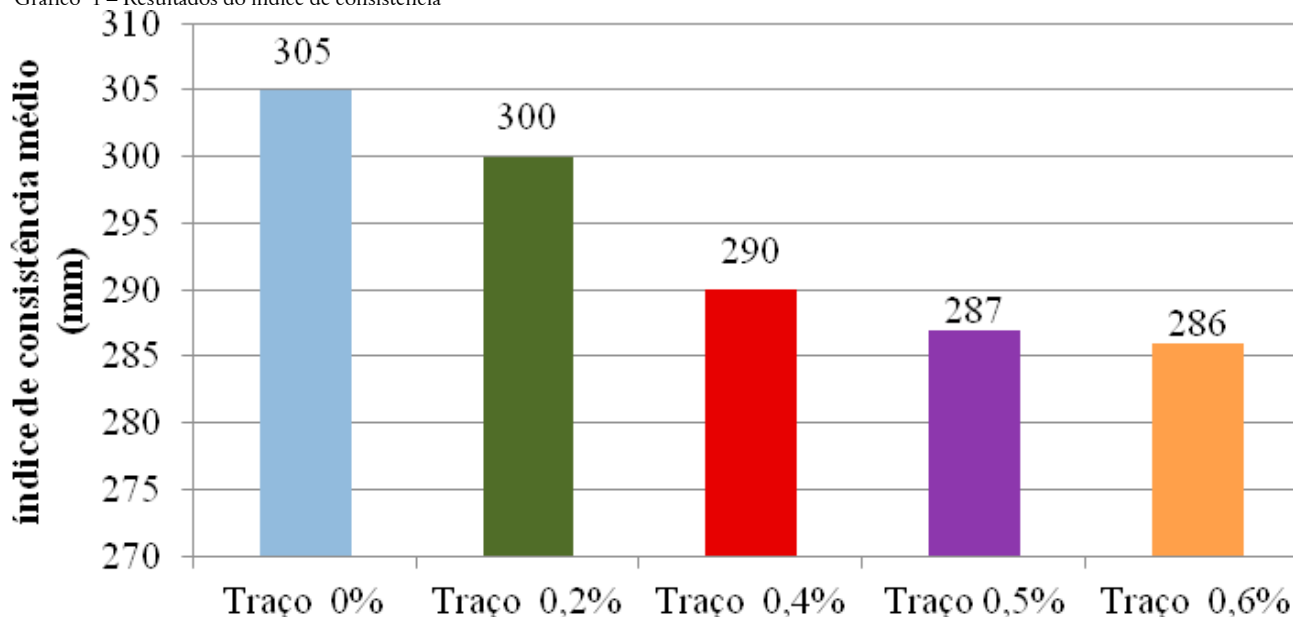
3.1 PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS NO ESTADO FRESCO

3.1.1 Índice de consistência

Para a produção de todas as argamassas, tanto as com fibras quanto as sem fibras, adicionou-se a mesma quantidade de água a fim de se avaliarem as diferenças no índice de consistência e plasticidade delas.

O Gráfico 1 reúne as médias dos três valores do índice de consistência resultantes.

Gráfico 1 – Resultados do índice de consistência



Fonte: os autores.

A partir dos resultados obtidos, pode-se observar que ocorreu perda gradativa da trabalhabilidade das argamassas com adição das fibras em relação ao traço sem adição.

Com estes resultados, pode-se notar que a simples introdução de uma pequena quantidade de fibra de polipropileno (0,2%) já produz efeitos quanto à diminuição da consistência da argamassa, e que estes efeitos aumentam com o aumento da porcentagem de adição de fibra, mas que tendem a se estabilizar depois de certa porcentagem (0,4%).

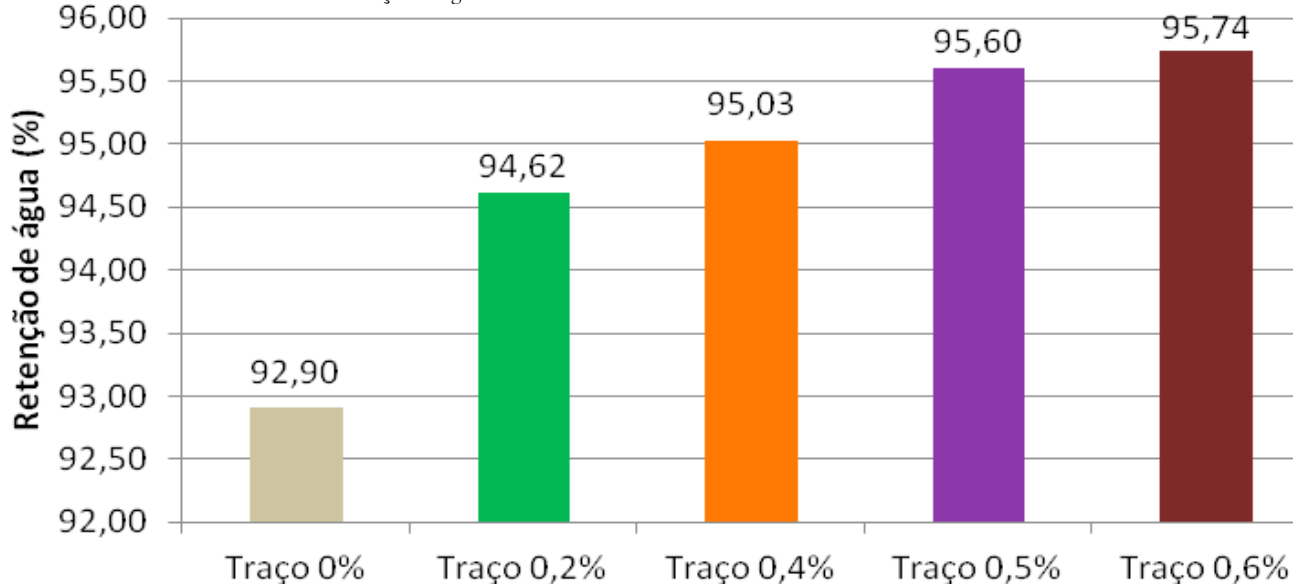
Pelisser (2002) observou que as fibras de polipropileno têm dificuldade em se dispersar no compósito, levando ao agrupamento de fibras em chumaços, o que aprisionaria parte da água da mistura e explicaria a diminuição da consistência das argamassas com adição.

3.1.2 Retenção de água

Conforme a NBR 13281 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, 2005), as argamassas produzidas com e sem adição de fibras de polipropileno foram enquadradas na classe u5 tendo uma alta capacidade de retenção de água.

O Gráfico 2 traz os resultados de retenção de água para todos os traços de argamassa.

Gráfico 2 – Resultados do ensaio de Retenção de água



Fonte: os autores.

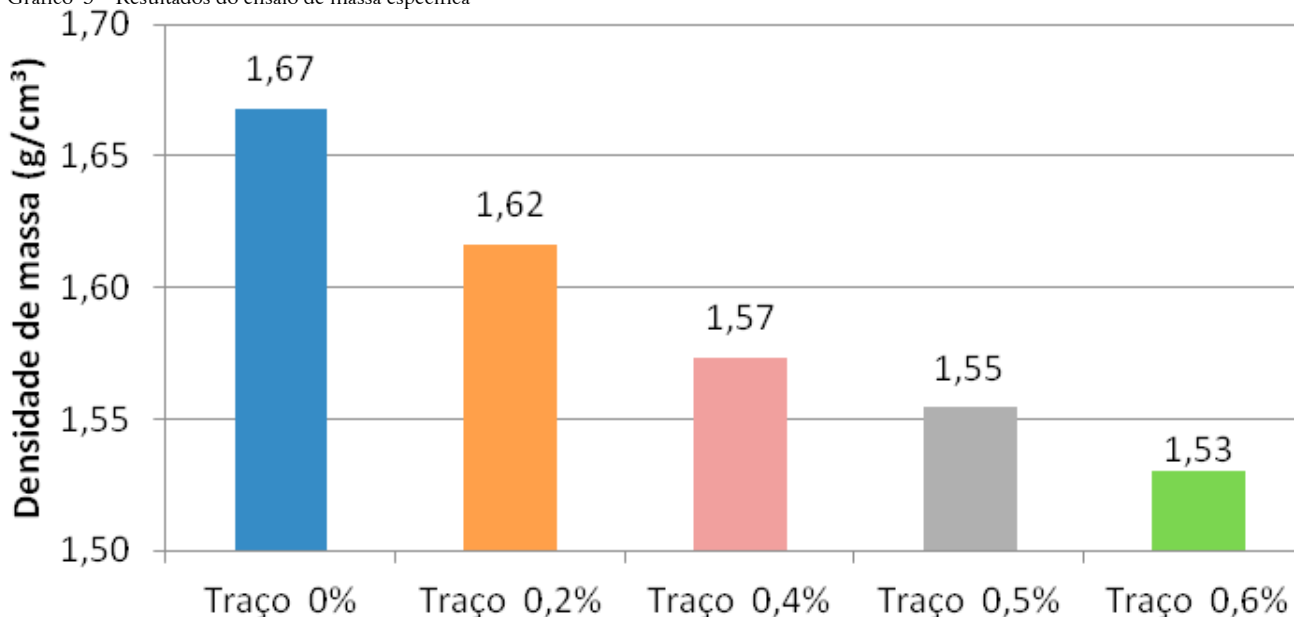
A partir dos resultados obtidos, nota-se que houve um pequeno aumento da capacidade de retenção de água das argamassas com adição de fibra de polipropileno se comparadas ao traço sem adição.

As fibras de polipropileno no interior do compósito tendem a impedir a saída da água, servindo como barreiras, revelando sua capacidade de retenção. Apesar de o polipropileno ser um material hidrofóbico, ou seja, que não absorve água, sua adição na argamassa em forma de filamentos comporta-se como uma barreira, impedindo que a água exsuda, permanecendo por um maior período de tempo na argamassa, gerando melhores condições de hidratação da mesma e diminuindo as patologias geradas pela exsudação elevada. (FITESA – BOLETIM TÉCNICO n. 3, 2002).

3.1.3 Densidade de massa

O Gráfico 3 mostra os resultados obtidos no ensaio de densidade de massa no estado fresco das argamassas.

Gráfico 3 – Resultados do ensaio de massa específica



Fonte: os autores.

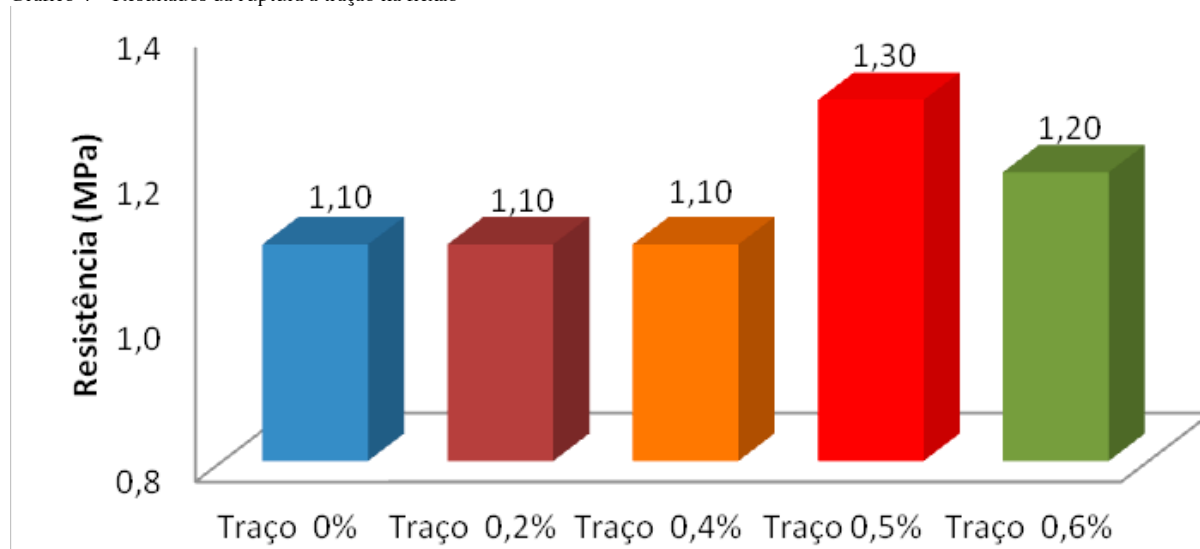
Os resultados do ensaio demonstraram que a adição de fibras de polipropileno causa uma redução na densidade de massa das argamassas, o que se explica pelo fato de as fibras serem de materiais leves, o que auxilia na redução do peso da argamassa, e também pelo fato de que, ao adicionar fibras na argamassa, o teor de ar incorporado aumenta.

3.2 PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS NO ESTADO ENDURECIDO

3.2.1 Resistência à tração na flexão

O Gráfico 4 traz a média dos resultados do ensaio de rompimento à tração na flexão dos corpos de prova de argamassa.

Gráfico 4 – Resultados da ruptura à tração na flexão



Fonte: os autores.

Tomando como base a média das resistências à tração na flexão da argamassa sem adição de fibras de polipropileno, que é 1,1 MPa, pode-se notar que a adição da fibra até o teor de 0,4% não causa nenhum ganho de resistência, e também não a desfavorece.

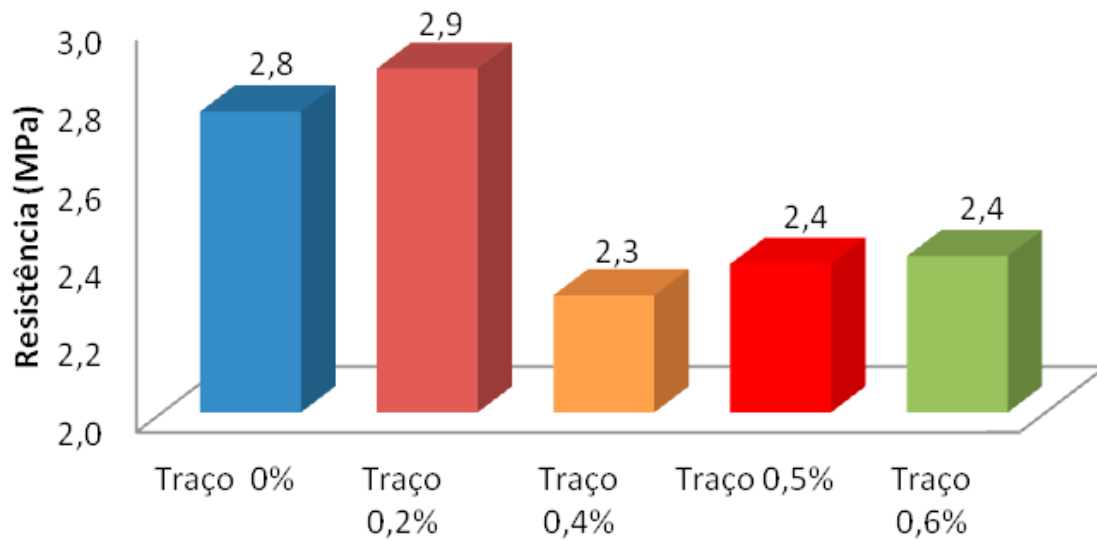
Com a adição de 0,5% de fibra de polipropileno, percebe-se um aumento de cerca de 20% no valor da resistência à tração na flexão se comparado ao traço sem fibras, mas este valor cai para menos de 8% com a adição de 0,6% da fibra.

O fato de estas fibras não aumentarem consideravelmente a resistência à tração na flexão das argamassas foi explicado por Silva (2006, p. 14) quando afirmou que a adição das fibras de polipropileno, as quais têm baixa resistência mecânica e elevada deformação final, forma um compósito que apresentará tanto o trecho elástico (ruptura da matriz) quanto o trecho “plástico”, a partir do qual haverá a atuação da fibra, auxiliando mais no controle de fissuração do que no aumento da resistência.

3.2.2 Resistência à compressão

Os dados obtidos nos ensaios de rompimento à compressão dos corpos de prova de argamassa estão expostos no Gráfico 5 que traz a média dos resultados do ensaio.

Gráfico 5 – Resultados da ruptura à compressão



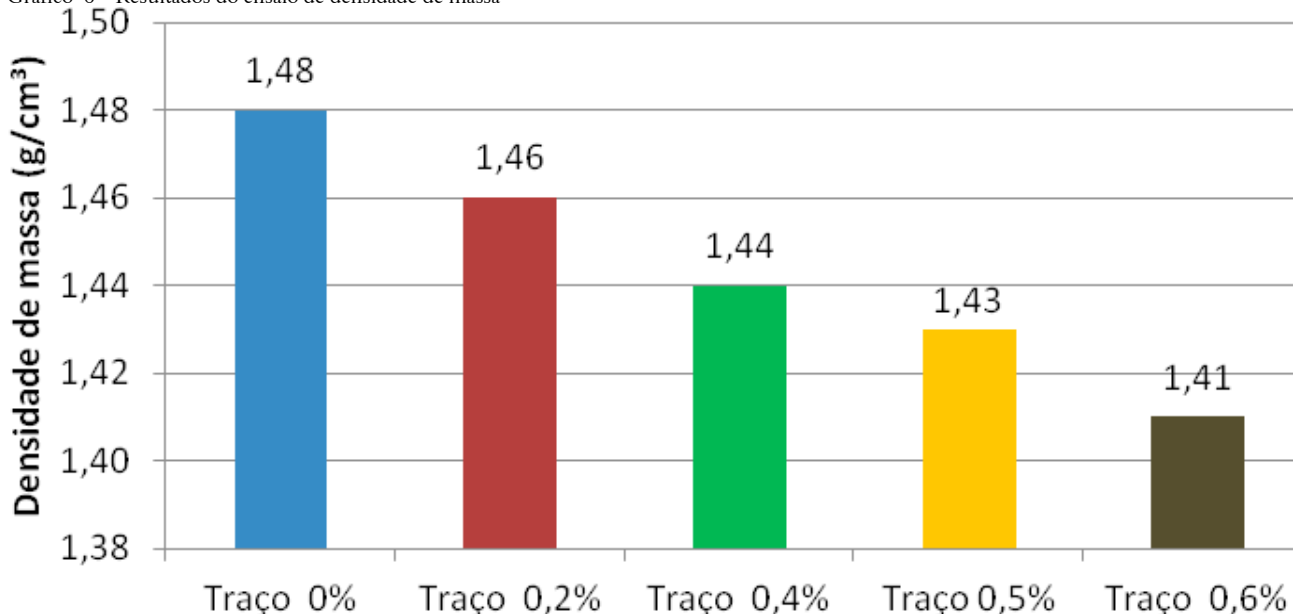
Fonte: os autores.

Os resultados do rompimento dos corpos de prova à compressão não se mostraram eficientes para a análise das argamassas. Tendo o valor do traço sem adição de fibra igual a 2,8 MPa, nota-se que ao se introduzir 0,2% de fibra, este valor aumenta em aproximadamente 4%, e que a partir do teor de 0,4%, a resistência à compressão cai quase 15%. Estes resultados díspares podem ser consequência de alguns defeitos na moldagem dos corpos de prova ou de erros na hora do rompimento. Alguns corpos de prova podem ter ficado com maior concentração volumétrica de fibras, o que poderia mascarar os resultados.

3.2.3 Densidade de massa

O Gráfico 6 traz os resultados do ensaio para a determinação da densidade de massa das argamassas com e sem adição de fibras de polipropileno.

Gráfico 6 – Resultados do ensaio de densidade de massa



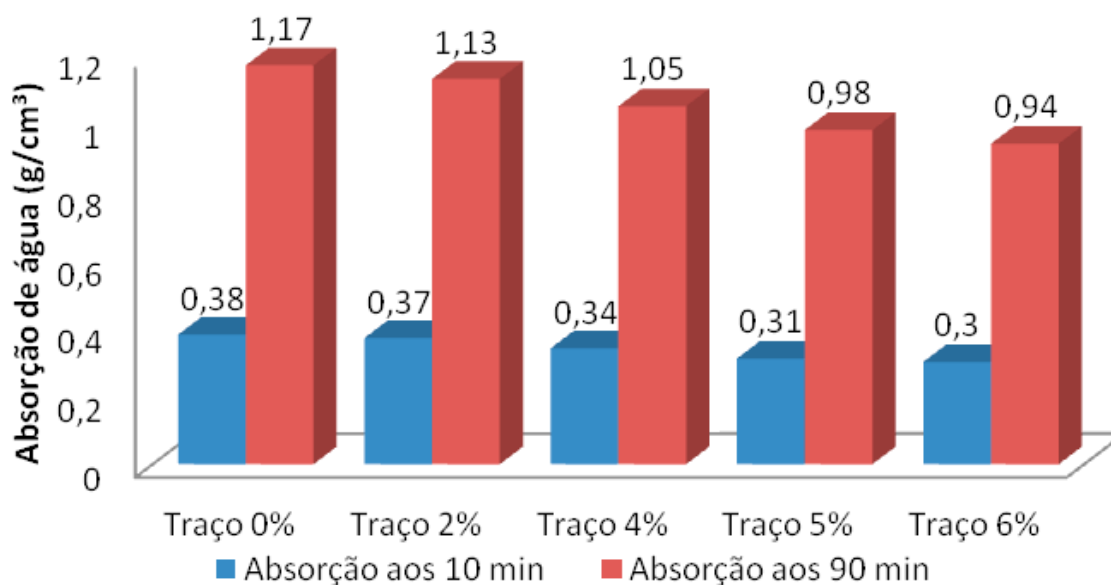
Fonte: os autores.

Assim como foi visto no ensaio de densidade de massa no estado fresco, as fibras de polipropileno, por serem feitas de material leve, proporcionam uma diminuição no peso das argamassas; quanto maior a quantidade de fibra adicionada, mais leve fica a argamassa. Prova disso é a diminuição de quase 5% com a introdução de 0,6% de fibra na argamassa, se comparada ao traço sem adição de fibra.

3.2.4 Determinação da absorção de água por capilaridade

Os valores médios obtidos por meio do ensaio de absorção de água por capilaridade das argamassas com adição de fibras e do traço padrão sem adição estão no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Resultados do ensaio de absorção de água



Fonte: os autores.

A partir do Gráfico 7, tem-se que a absorção de água por capilaridade do traço sem adição de fibras de polipropileno aos 10 min de ensaio é de 0,38 g/cm² e aos 90 min é de 1,17 g/cm². Observa-se que a adição da fibra de polipropileno ajuda a diminuir os valores de absorção de água, o que pode ser explicado pelo fato de as fibras de polipropileno serem eficazes na diminuição da porosidade, o que torna a argamassa mais impermeável.

3.2.5 Avaliação visual

Pôde-se notar, durante a desforma dos corpos de prova, que aqueles que foram confeccionados sem ou com 0,2% de adição de fibra de polipropileno eram bastante frágeis e quebradiços, enquanto que, a partir do teor 0,4% de adição, os corpos de prova mostraram-se mais concisos e menos frágeis (Fotografia 1).

Fotografia 1 – Corpo de prova defeituoso



Fonte: os autores.

Durante os 28 dias de cura, dois corpos de prova de argamassa sem fibra e um corpo de prova de argamassa com 0,2% de adição de fibra apresentaram pequenas fissuras, as quais impossibilitaram o seu rompimento para que não mascarassem os resultados (Fotografia 2).

Fotografia 2 – Corpo de prova fissurado



Fonte: os autores.

4 CONCLUSÃO

Após o estudo efetuado e analisando-se os resultados obtidos, pode-se concluir que a fibra de polipropileno potencializa algumas propriedades das argamassas e se mostra inerte em outras propriedades.

Quanto ao comportamento reológico das argamassas, a fibra contribuiu para que diminuísse a densidade, tornando as argamassas mais leves; aumentou o valor da retenção de água, fazendo com que a argamassa retivesse em maior quantidade a água de amassamento necessária para uma cura adequada, ajudando a evitar patologias; e diminuiu a consistência das argamassas, tornando-as menos fluidas.

Em relação ao comportamento mecânico, as argamassas com adição de fibras não se mostraram com grandes ganhos em resistência à tração na flexão e à compressão, o que já era esperado em razão do fato da fibra de polipropileno ser uma fibra de alto módulo de deformação e baixo módulo de resistência.

Quanto à absorção de água, as argamassas com adição de fibra mostraram uma diminuição se comparadas com a argamassa sem fibras, o que melhora o desempenho do revestimento em sua função de evitar a entrada e percolação de água no interior da edificação. Com menor absorção, diminui-se a incidência de patologias causadas pela água.

A fibra tem a propriedade de reduzir a fissuração das argamassas, o que pode ser avaliado nos corpos de prova com adição de fibra a partir do teor 0,4%, sem fissuras.

O teor de adição da fibra de polipropileno, que apresentou os resultados mais satisfatórios entre os estudados, foi o de 0,5% (250 g de fibra para cada saco de cimento utilizado no traço), pois contribuiu para a melhora de todas as características da argamassa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23 – Cimento Portland e outros materiais em pó**: determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

_____. **NBR NM 52 – Agregado miúdo**: determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR NM 248 – Agregados**: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 6467 – Agregados – Determinação do inchamento de agregado miúdo**: método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR 13279 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos**: determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 13281 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos**: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

FITESA. As influências das fibras de polipropileno na exsudação do concreto. **Boletim Técnico**, n. 3, 2002. Disponível em: <www.fitesa.com.br>. Acesso em: 14 abr. 2013.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Pini. 1994.

SILVA, R. da P. **Argamassas com adição de fibras de polipropileno**: estudo do comportamento reológico e mecânico. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.