

CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA DE FIBRAS POLIMÉRICAS COMERCIAIS PARA APLICAÇÃO EM CONCRETO: ESTUDO PRELIMINAR

Michele Damiana Mota Martins, michele.motamartins@gmail.com¹

Josiane Dantas Viana Barbosa, josianedantas@fieb.org.br¹

Joyce Batista Azevedo, joyceazevedo@fieb.org.br¹

Raymundo Wilson da Silva Dórea, rdorea@engpiso.com.br²

¹Centro Universitário SENAI CIMATEC, BA, Brasil, michele.motamartins@gmail.com

²ENGPISO - Engenharia & Soluções Integradas Ltda, rdorea@engpiso.com.br

Resumo: O presente artigo objetiva caracterizar fibras comerciais de polipropileno e PVA hidratado e não hidratado aplicadas como reforço em concreto. Para o estudo das propriedades térmicas foi utilizada a técnica de calorimetria exploratória diferencial (DSC) para conhecimento da temperatura de fusão (T_m) e entalpia das fibras. Também foi realizado o ensaio de teor de cinzas, verificando se há presença de carga particulada nas amostras. Para o estudo da morfologia, foi analisada a superfície das amostras por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). O teste de teor de cinzas mostrou que não há carga mineral particulada presente nas fibras estudadas. Já a calorimetria exploratória diferencial (DSC) revelou dois picos de fusão nas amostras de PVA hidratado e não hidratado, evidenciando a presença de aditivos em sua composição. Ao analisar a superfície das fibras comerciais por meio da microscopia, verificou-se que não há a presença de poros e indícios de carga mineral particulada.

Palavras-chave: Fibras poliméricas, Concreto, Caracterização térmica.

1. INTRODUÇÃO

O concreto é um material compósito formado basicamente por cimento, água e agregados. É o material estrutural largamente utilizado e tem sido objeto de estudo devido a suas limitações como a baixa capacidade de deformação e a rápida propagação de fissuras quando submetido a tensões de tração (Salvador *et al.*, 2013). Segundo Salvador *et al.* (2013) a utilização de fibras em misturas cimentícias acarreta um aumento significativo em diversas propriedades mecânicas, como a tenacidade à flexão, resistência a fadiga e ao impacto. Ainda segundo Salvador *et al.* (2013) a principal função das fibras em misturas cimentícias é aumentar a capacidade de absorção de energia, já que atuam como ponte de transferência de tensões através das fissuras, reduzindo a propagação e expansão das mesmas. Para Lucena (2017) o cimento Portland associado ao polímero forma um compósito com módulo de elasticidade, resistência mecânica, ductilidade, tenacidade e comportamento pós-fissuração mais adequado quando comparadas às propriedades dos materiais isoladamente. As propriedades mecânicas do concreto podem ser melhoradas utilizando fibras curtas discretas aleatoriamente orientadas (Lucena, 2017).

Figueiredo (2011) afirma que, no Brasil, o mercado de pavimentos, juntamente com o concreto projetado e os pré-moldados formam, praticamente, a totalidade de aplicação de fibras de aço em concreto.

A inserção de macrofibras poliméricas no Brasil veio em anos mais recentes. Atualmente existem vários fabricantes de macrofibra poliméricas no mercado brasileiro (Figueiredo, 2011).

Uma das fibras poliméricas mais utilizadas para reforço em concreto é a polipropileno. Essa exerce um papel relevante na área de construção civil, pois apresenta custo relativamente baixo quando comparado a outros tipos de fibra e excelente resistência mecânica, química, boa ductilidade, resistência à fadiga, facilidade de processamento, entre outras características (Oliveira *et al.*, 2017).

Neste contexto, o objetivo final desse estudo preliminar é desenvolver uma fibra polimérica para reforço de concreto capaz de atender as propriedades mecânicas exigidas no mercado e estabelecidas por norma.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1. Materiais

As fibras comerciais utilizadas no estudo foram a PVA hidratada, PVA não hidratada e polipropileno (Fig.1).

Tabela 1: Fibras comerciais caracterizadas

Nomenclatura	Fibras Comerciais
F1	PVA hidratado
F2	PVA não hidratado
F3	Polipropileno

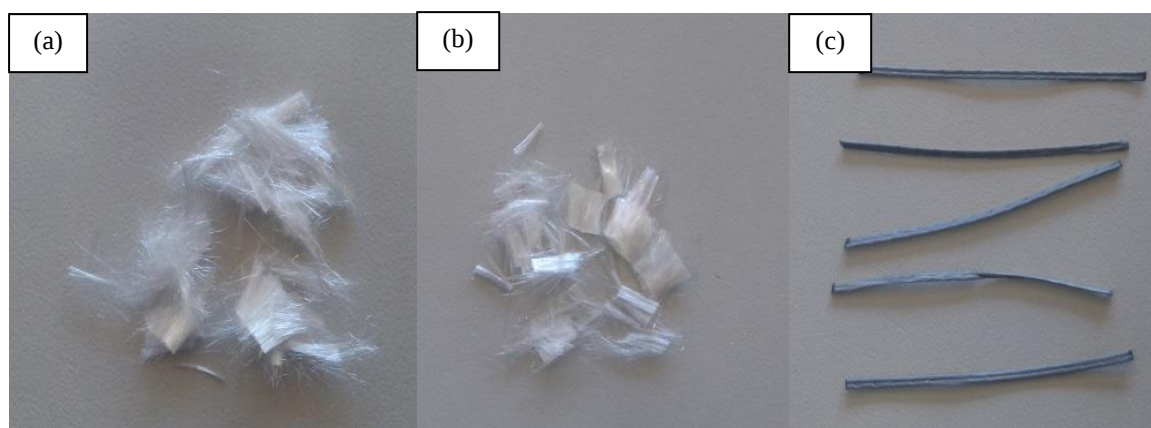


Figura 1: Fibras comerciais. (a) PVA hidratada; (b) PVA não hidratada; (c) Polipropileno.

2.2. Caracterização

As fibras comerciais foram caracterizadas nos laboratórios de Transformação de Plástico e de Microscopia Óptica e MEV no SENAI CIMATEC sendo submetida a ensaio termoanalítico de calorimetria exploratório diferencial (DSC) da marca TA Instruments, modelo Q10, temperatura inicial de 20°C até 300°C, atmosfera inerte e faixa de aquecimento de 10°C/min. A superfície das amostras em estudo foram analisadas através de microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca Joel, modelo JSM-6510LV. Além disso, a fim de se verificar a presença de carga mineral particulada nas fibras em estudo, determinou-se o teor de cinzas em Mufla da marca Quimis, temperatura de 1050°C e período de queima de 1 hora.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o teor de cinzas estão descritos na Tab. 2. Observou-se que, no período de queima de 1 hora a 1050°C, houve perda total de massa das amostras, indicando que as fibras comerciais estudadas não apresentam carga mineral particulada em sua composição.

Tabela 2: Valores para o teor de cinzas das fibras comerciais.

Amostras	Temperatura (°C)	Peso das amostras (g)	Teor de cinzas (%)
F1	1050	5,5	-9,09
F2	1050	8,0	0,00
F3	1050	5,0	-20,00

Quanto à temperatura de fusão (T_m) das fibras comerciais, observa-se que as amostras de PVA hidratado (F1) e não hidratado (F2) apresentaram um pico de temperatura 81,47 °C e 89,47 °C respectivamente (Fig.2). Trata-se da evaporação da água presente em tais fibras. Para essas mesmas amostras verifica-se, a uma faixa de temperatura de 230

°C a 280 °C, dois picos de melt, revelando a presença de algum componente, possivelmente aditivos, em sua composição.

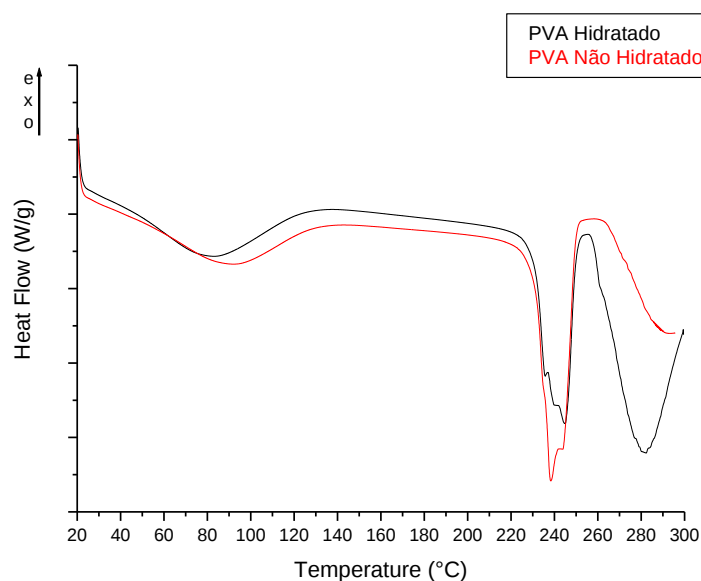


Figura 2: Temperatura de fusão das fibras comerciais de PVA hidratado e não hidratado

Para a fibra de Polipropileno (F3) observa-se apenas um pico de melt a 166,96°C, mostrando que não há outro componente em sua composição (Fig.3). Não foi verificada, nas curvas de DSC, a presença de carga mineral particulada em nenhuma das fibras caracterizadas.

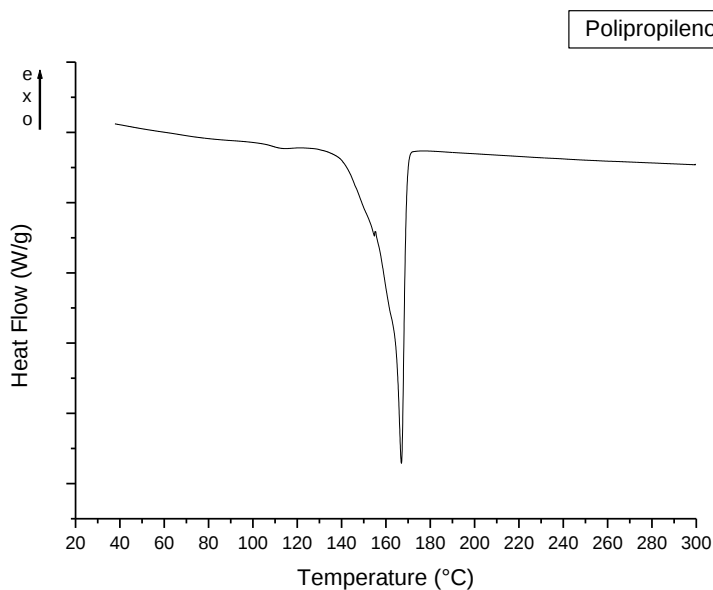


Figura 3: Temperatura de fusão das fibras comerciais de polipropileno

A micrografia das fibras comerciais analisadas está descritas na Fig. 4.

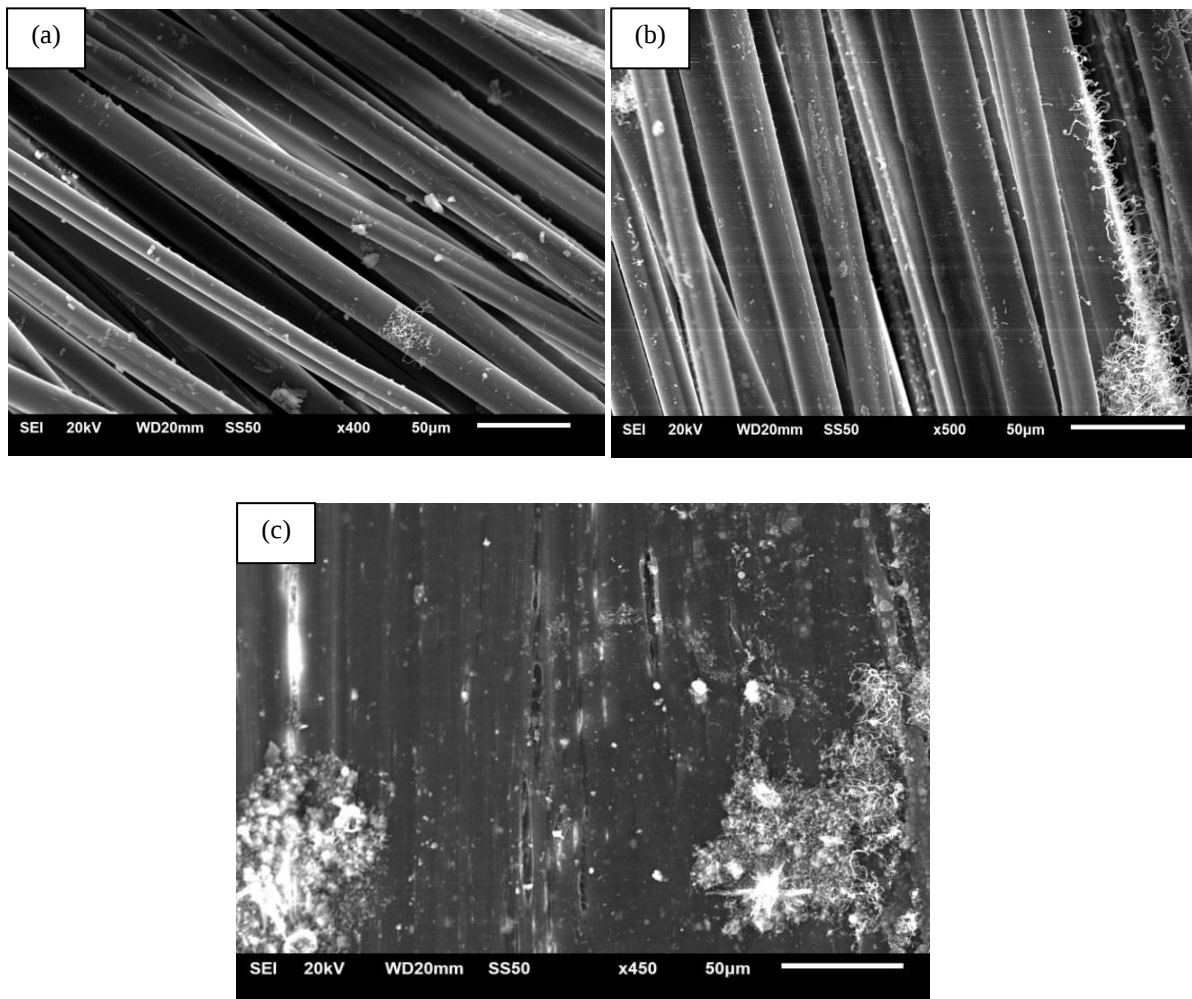


Figura 4: Microscopia eletrônica de varredura das fibras comerciais. (a) PVA hidratada; (b) PVA não hidratada; (c) Fibra de polipropileno.

Observou-se que, nas superfícies das amostras de fibras comerciais analisadas, não foi encontrado poros, nem características de algum material particulado.

3.1 Grau de Cristalinidade

Para calcular o grau de cristalinidade das fibras, utilizou-se a seguinte equação:

$$x_c (\%) = \frac{\Delta H_f}{\Delta H_f^*} * 100\%$$

Onde ΔH_f é a entalpia de fusão e ΔH_f^* é a entalpia de fusão de uma amostra 100% cristalina. Para os valores de ΔH_f^* utilizou-se os seguintes valores: PVA 137 J/g e Polipropileno 138 J/g (Canevarolo, 2013 e Libano, 2012).

A entalpia de fusão das fibras foi obtida através da derivada do pico de melt adquiridas por meio do DSC (Tab. 3). Na Tabela 3 está descrito o grau de cristalinidade das amostras.

Tabela 3: Grau de cristalinidade das fibras comerciais.

Amostras	ΔH_f (J/g)	x_c (%)
PVA hidratado	112,60	82,19
PVA não hidratado	128,10	93,50
Polipropileno	91,50	66,30

A redução do grau de cristalinidade das amostras de PVA pode ser visto na curva de resfriamento obtida por DSC (Fig.5). Nota-se que essa redução faz referência à presença de água nas amostras analisadas. A água atua como plastificante na cadeia polimérica promovendo uma redução do grau de cristalinidade. Portanto, a fibra de PVA hidratada apresenta pico de cristalinidade menor.

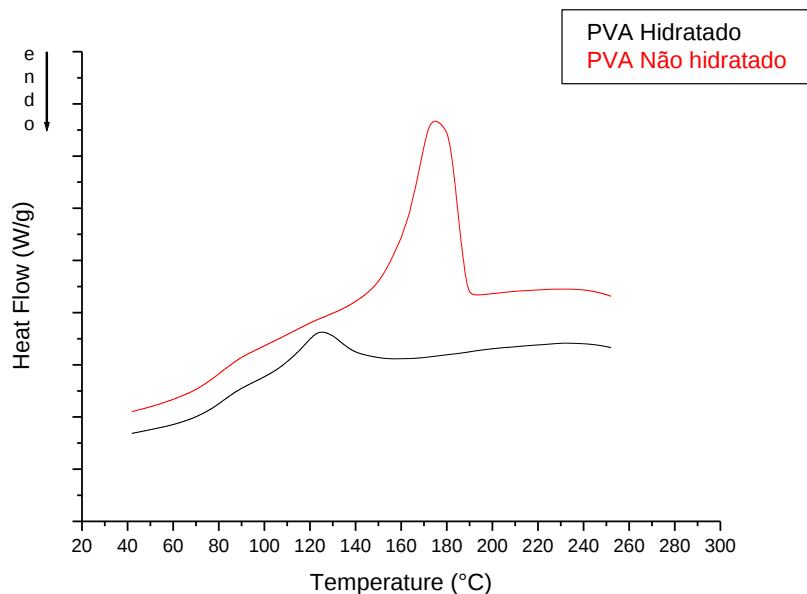


Figura 5: Pico de cristalinidade das fibras de PVA hidratado e não hidratado.

Por se tratar de um estudo inicial, o grau de cristalinidade das fibras analisadas será comparado com as fibras desenvolvidas ao longo do projeto.

4. CONCLUSÃO

Nesse estudo preliminar buscou-se analisar, por caracterização térmica, três tipos distintos de fibras comerciais. Através do ensaio de DSC foi possível verificar que as amostras de fibras de PVA hidratada e não hidratada apresentaram aditivos em sua composição devido à presença de dois picos de fusão na curva de aquecimento. O ensaio de teor de cinzas revelou que não há presença de carga mineral particulada nas fibras comerciais. Ao estudar o grau de cristalinidade das amostras, observou-se que, para a fibra de PVA hidratado, a água atuou como plastificante na cadeia polimérica reduzindo o teor de cristalinidade. Quando avaliado a superfície das amostras através da microscopia eletrônica de varredura nota-se que não há indícios de poros, nem a presença de algum material particulado.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Senai – Cimatec pela disponibilidade dos seus laboratórios em pesquisas científicas, a ENGPISO pela doação das amostras estudadas e a FAPESB pela bolsa de pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- Canevarolo Jr. S.V., 2013, “Ciência dos Polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros”. Artliber Editora. São Paulo, Brasil, pp. 99.
- Figueiredo, A.D. de, 2011, “Concreto Reforçado com Fibras”. Trabalho para Titulação de Livre Docente. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Líbano, E.V.D.G., Visconte, L.L.Y., Pacheco, E.B.A.V, 2012, “Propriedades Térmicas de Compósitos de Polipropileno e Bentonita Organofílica”. Polímeros, vol. 22, n. 5, pp. 430-435.
- Lucena, J.C.T. de, 2017, “Concreto Reforçado com Fibra de Polipropileno: Estudo de Caso para Aplicação em Pannel Alveolar de Parede Fina”. Trabalho para Titulação de Mestre – Engenharia de Estruturas. Universidade de São Paulo. São Carlos.
- Oliveira, F.S. de, Dias, M.V.A, 2017, “Análise Comparativa do Desempenho de Fibras Metálicas e Poliméricas para o Reforço de Concreto Submetido à Tração”. Trabalho para Titulação de Engenheiro Civil. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça.
- Salvador, R.P., Figueiredo, A.D. de, 2013, “Análise Comparativa de Comportamento Mecânico de Concreto Reforçado com Macrofibra Polimérica e com Fibra de Aço”. Revista Matéria, vol. 18, n. 2, pp. 1273-1285.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

THERMAL CHARACTERIZATION OF COMMERCIAL POLYMERIC FIBERS FOR CONCRETE APPLICATION: PRELIMINARY STUDY

Michele Damiana Mota Martins, michele.motamartins@gmail.com¹

Josiane Dantas Viana Barbosa, josianedantas@fieb.org.br¹

Joyce Batista Azevedo, joyceazevedo@fieb.org.br¹

Raymundo Wilson da Silva Dórea, rdorea@engpiso.com.br²

¹University Center SENAI CIMATEC, BA, Brazil, michele.motamartins@gmail.com

²ENGPISO - Engenharia & Soluções Integradas Ltda, rdorea@engpiso.com.br

Abstract. *The present article aims to characterize commercial fibers of polypropylene and PVA hydrated and non - hydrated applied as reinforcement in concrete. For the study of thermal properties, the differential scanning calorimetry (DSC) technique was used to know the melting temperature (T_m) and enthalpy of the fibers. Also the ash content test was performed, the presence of particulate load in the samples. For the study of the morphology, a sample of scanning electron microscopy (SEM) samples was carried out. The ash content test showed that there is no particulate mineral charge present in the studied fibers. Differential scanning calorimetry (DSC) revealed two melting peaks in the PVA hydrated and non - hydrated samples, evidencing the presence of additives in its composition. After analyzing the surface of the commercial fibers through microscopy, it was verified that there is no pores and signs of particulate mineral filler.*

Keywords: *Polymer fibers, Concrete, Thermal characterization.*