

Fiberlock

Fibras para concreto e argamassa

Fiberlock é um produto usado em concretos e argamassas para inibir o aparecimento e a propagação de fissuras causadas por retrações plásticas ou hidráulicas (secagem).

Fiberlock são fibras de polipropileno com aditivos especiais, e sendo monofilamentos de baixo diâmetro, se misturam facilmente à massa de concreto, criando um reforço secundário multidirecional e muito eficaz.

Se a tela metálica for mal posicionada no piso de concreto, não se obterá os resultados esperados, enquanto que **Fiberlock** tem alta capacidade de dispersão que proporciona um reforço multidirecional reduzindo as fissuras por retração.

Fiberlock usada na quantidade recomendada, irá reduzir a permeabilidade da maioria dos tipos de concreto e argamassas.

Fiberlock não deteriora e não enferruja.

Compatibilidade e resistência

Fiberlock é compatível com todos os aditivos de concreto. Por ser produzido com polipropileno aditivado e ter uma tenacidade elevada, **Fiberlock** é altamente resistente a ambientes alcalinos e ácidos. Testado em meios alcalinos (pH 12,0) e ácidos (pH 2,2) não demonstrou sinal de deterioração.

Resistência a impacto e estilhaçamento

Adicionando **Fiberlock** ao concreto, aumenta sensivelmente a resistência ao impacto de uma carga dinâmica e inibe o estilhaçamento.

Aplicações

- Pavimentos rígidos e flexíveis
- Calçadas
- Estacionamentos
- Guias e sargetas
- Lajes
- Paredes subterrâneas
- Argamassas e revestimentos
- Tanques sépticos
- Quadras
- Pátios
- Coberturas
- Pré-moldados

Acabamento do concreto

Fiberlock é uma fibra de baixo diâmetro, e sua textura fina proporciona um ótimo acabamento, além de permitir ao executor um trabalho rápido e eficiente.

Concreto bombeado com fibras

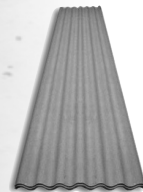
É recomendado que a grade da bomba esteja limpa e livre de qualquer acúmulo de concreto, pois este tipo de obstrução tende a prender fibras. Durante o descarregamento, a saída do caminhão deve ser mantida pelo menos 30 cm acima da grade da bomba. Normalmente isto irá resultar em um fluxo contínuo de concreto para a bomba.

Concreto pré-moldado

Fiberlock é indicado para o uso em elementos pré-moldados, tendo uma grande eficiência quanto a retração plástica do concreto, formando um reforço secundário e proporcionando uma desforma mais rápida. O grande número de fibras finas por metro cúbico de concreto garantem a proteção máxima aos cantos, bordas e superfícies desprotegidas dos elementos de pré-moldados.

Fiberlock
substitui o amianto
no fibrocimento

Telhas



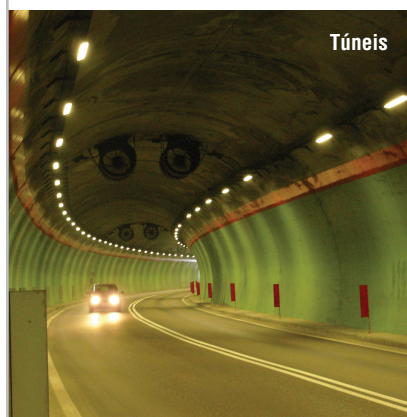
Caixas d'água



Calçadas



Pré-moldados



Túneis



Pisos industriais



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Civil - Departamento de Construção Civil
Cidade Universitária Zeferino Vaz - Distrito de Barão Geraldo
Caixa Postal 6021 - Campinas - SP - CEP 13083-970

CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS POLIMÉRICAS

DEZEMBRO 1999

1. INTRODUÇÃO

Adicionar fibras curtas e descontínuas às matrizes de concreto, sejam fibras de aço, vidro, polipropileno ou vegetal, resultam num compósito. Tem-se então o chamado concreto reforçado com fibras.

2. TIPOS DE FIBRAS

Foram utilizados três tipos de fibras diferentes para a realização deste estudo:

Dados técnicos	POLIPROPILENO ADITIVADO FIBERLOCK	NYLON 6.6	POLIESTER
Peso específico (g/cm ³)	0,9	1,14	1,38
Diâmetro (μ)	18	18	17
Comprimento (mm)	12 - 20 - 30	21	28
Área específica (m ² /kg)	255	-	-
Tensão de ruptura (Mpa)	810	630 *	670 *
Alongamento (%)	28	45-95 *	30-45 *
Absorção de água (%)	0	4	-

(*) Dados obtidos em catálogos de produtos normalmente comercializados com o mesmo fim.

3. TEOR DE FIBRAS

O teor de fibra tem grande importância no desempenho pois este parâmetro define o número de fibras na seção de ruptura que trabalhará como ponte de transferência de tensão. Quanto maior o teor, maior será a probabilidade das fissuras interceptarem um maior número de fibras.

O teor de fibras influencia o conceito de volume crítico de fibras. O volume crítico de fibras é aquele para o qual o compósito mantém uma resistência residual pós-fissuração igual a resistência da matriz.

4. ESTUDO PRÁTICO

Foi estudado o desempenho da utilização de fibras poliméricas em um concreto convencional com $f_{cm}=30$ Mpa, traço 1 : 2,47 : 3,25 : 0,65.

4.1. Teste 1

Inicialmente, desenvolveu-se a realização de ensaios visando a comparação entre corpos de prova sem a adição de fibras poliméricas e o acréscimo gradativo de fibras. Para tanto, foram moldados corpos de prova nos teores de 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,6; 1,5 % em função da massa de cimento, sendo utilizado neste ensaio apenas fibras de polipropileno aditivado e de nylon.

Através de ensaios de resistência a compressão axial e módulo de deformação pode-se estabelecer um comparativo entre as fibras de polipropileno e de nylon incorporadas em diferentes porcentagens ao concreto.

Foram utilizados corpos de prova com dimensões de 100mm x 200mm, para a realização dos ensaios. Todos os corpos de prova foram ensaiados na idade de 7 dias.

4.2. Teste 2

Para se obter um comparativo maior entre as fibras de naturezas diferentes: polipropileno, nylon e poliéster, realizou-se ensaios de

resistência à tração na flexão, resistência à compressão axial, resistência à tração na compressão diametral e módulo de deformação, utilizando-se diferentes teores e características das fibras diferentes, tanto no seu comprimento como na sua natureza, como mostra a tabela abaixo.

Para os ensaios de resistência à tração na flexão foram moldados 4 corpos de prova prismáticos para cada traço, de dimensões 150mm x 150mm x 500mm, sendo ensaiados aos 28 dias de idade.

Para os ensaios de resistência à compressão axial, resistência à tração na compressão diametral e módulo de deformação, foram moldados 3 corpos de prova para cada traço e ensaiados aos 7 dias de idade.

Código	Descrição	Quantidade (g/m ³)
0	Testemunho (sem fibras)	
1	FIBERLOCK - corte 20 mm	300
2	FIBERLOCK - corte 20 mm	500
3	FIBERLOCK - corte 20 mm	900
4	FIBERLOCK - corte 30 mm	500
5	FIBERLOCK - corte 12 mm	500
6	fibra nylon 6.6 - corte 21 mm	500
7	fibra nylon 6.6 - corte 21 mm	300
8	fibra poliéster - corte 28 mm	500
9	fibra poliéster - corte 28 mm	300

5. RESULTADOS OBTIDOS

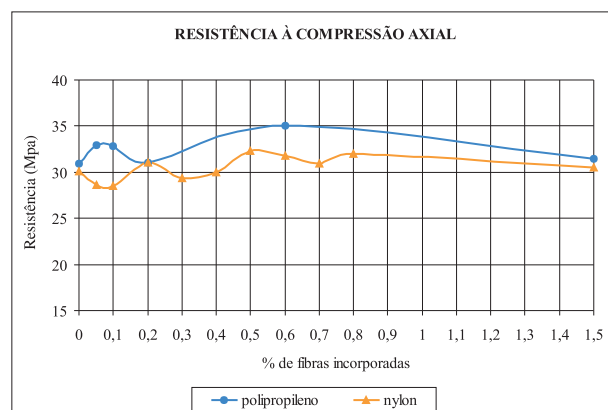
5.1. Resistência à compressão axial

A resistência à compressão axial foi avaliada segundo a NBR 5739/80, através de corpos de prova cilíndricos com dimensões de 100mm x 200 mm, sendo ensaiados aos 7 dias de idade.

Tendo por objetivo neste ensaio, verificar a influência das diferentes fibras poliméricas ao serem adicionadas ao concreto, quanto a seu auxílio na resistência à compressão axial, propriedade normalmente adotada como parâmetro de controle.

Todos os ensaios realizados foram executados com o mesmo traço de concreto, tendo apenas como diferença os tipos e os teores de fibras poliméricas adicionados.

Gráfico 1 – Comparativo entre fibras polipropileno e nylon em diferentes teores.



Nota-se, no gráfico 1, onde é estabelecido uma comparação entre os acréscimos gradativos de teores de fibras polipropileno **FiberLock**, que a porcentagem ideal, apresentando uma elevação da resistência de em torno 6,5% em comparação ao concreto sem adições, está entre valores 0,05 e 0,1%, ou seja aproximadamente de 170g/m³ e 350g/m³ de concreto, sendo estendidos para teores de 0,15% (500g de fibra polipropileno por metro cúbico de concreto), onde obteve-se inclusive, melhor resultado, como pode ser observado no gráfico 2 através do valor para o código 5.

Nota-se quanto as fibras de nylon 6.6 que o aumento no teor não correspondeu a um aumento no desempenho, permanecendo os valores praticamente inalterados.

5.2. Módulo de Deformação

Através da NBR 8522/84, foram avaliados os módulos de deformação secante dos diferentes traços de concreto.

Para este ensaio foram utilizados 3 corpos de prova para cada traço, com dimensões de 100mm x 200mm, sendo todos eles instrumentados com extensômetros elétricos de resistência, modelo S160, e ensaiados aos 7 dias de idade.

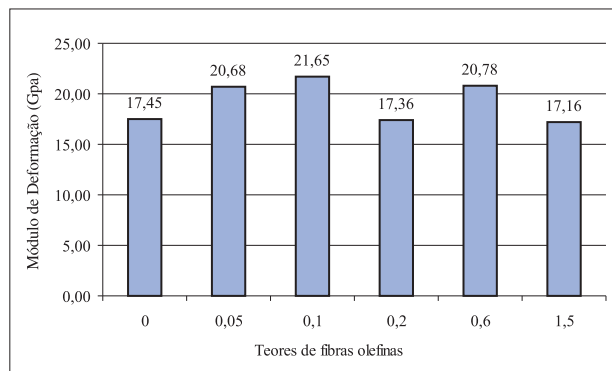


Gráfico 2 – Comparativo entre fibras polipropileno em diferentes teores.

Nota-se no gráfico 2 que com a adição de fibras poliméricas de polipropileno ao concreto, ocorre um aumento do módulo de deformação. Este aumento é gradativo conforme a elevação do teor de fibras adicionado, porém tem seu limite no teor de 500g/m³ de concreto (0,15% sobre a massa de cimento), onde a partir deste ponto começa a diminuir o módulo de deformação do compósito, fato também observado através do gráfico 3, onde a partir deste valor o módulo tende a voltar para o valor do concreto sem adição de fibras.

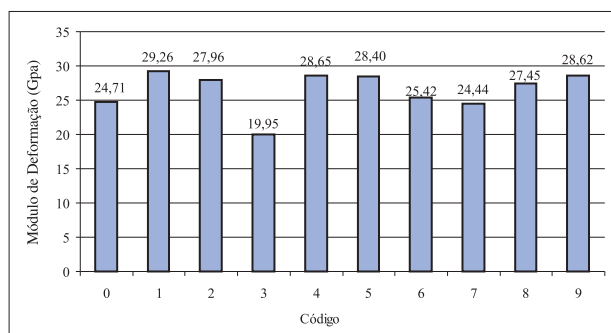


Gráfico 3 – Comparativo entre fibras polipropileno, nylon e poliéster em diferentes teores.

A adição de fibras de polipropileno ao concreto, até teores abaixo de 900g/m³, causam uma elevação do módulo de deformação de até 18,5%. Para teores mais altos ocorre um decréscimo do módulo podendo chegar a aproximadamente 19%, a adição de fibras de nylon não causam nenhuma perturbação nos valores do módulo de deformação, em comparação com o concreto sem adição.

5.3. Resistência à tração na flexão

Para os ensaios de resistência à tração na flexão foram moldados 4 corpos de prova prismáticos para cada traço, de dimensões 150mm x 150mm x 500mm, sendo ensaiados aos 28 dias de idade.

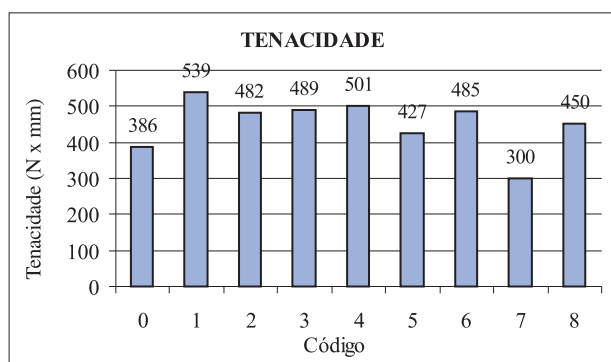


Gráfico 4 – Avaliação da tenacidade com diferentes tipos de fibras.

As fibras de polipropileno **FiberLock** apresentaram ótimo desempenho quanto a tenacidade do compósito, não se observando diferença significativa entre o aumento do teor de fibras adicionado.

Observa-se através dos dados obtidos que o teor de fibras que apresentou melhor desempenho foi 0,1% sobre a massa de cimento, ou seja, utilizando-se de 300g/m³ de concreto, onde seu valor foi aproximadamente 40% maior que o do concreto sem adições.

O teor de 300 a 350g/m³ de nylon 6.6 apresenta valor muito próximo ao do concreto sem fibras, não acarretando em ganho algum, onde também o mesmo teor para fibras de poliéster apresenta resultado inferior ao do concreto sem fibras.

Devido ao fato das fibras poliméricas possuírem um baixo módulo de deformação, sua resistência residual calculada através da Norma Japonesa não apresenta resultados relevantes.

6. CONCLUSÃO

Os teores de **FiberLock** de 350g/m³ a 500g/m³ se mostraram a melhor dosagem para a sua utilização como adição ao concreto, apresentando uma elevação da resistência a compressão, como também, e não esperado, um aumento significativo do módulo de deformação.

O aumento do módulo de deformação ao utilizar fibras de polipropileno **FiberLock** evidencia um maior travamento dos componentes constituintes do concreto, sem prejudicar sua realogia no estado fresco ou sua ductilidade no estado endurecido. O teor normalmente utilizado com fibras de polipropileno de 900g/m³ apresentou resultado inferior aos demais traços pesquisados, como também o teor de nylon 6.6 de 350g/m³ não é suficiente para conseguir o mesmo desempenho comparado com o mesmo teor de fibras de polipropileno.

As fibras poliméricas não suportam o processo de arrancamento, pois ao serem interceptadas por uma fissura rompem-se antes que ocorra seu arrancamento da matriz do concreto. Por outro lado nota-se que sua adição ao concreto contribuem para o incremento de absorção de energia e uma avaliação do efeito dessa contribuição é o aumento da tenacidade.

A aderência para as fibras poliméricas de baixo módulo, portanto, não é o fator determinante no fenômeno de ponte de transferência de tensões, e sim sua resistência à tração, pois a ruptura da aderência e o escorregamento da fibra não consomem energia no processo da fratura, fato observado apenas para concretos reforçados com fibras de alto módulo (CRFA).

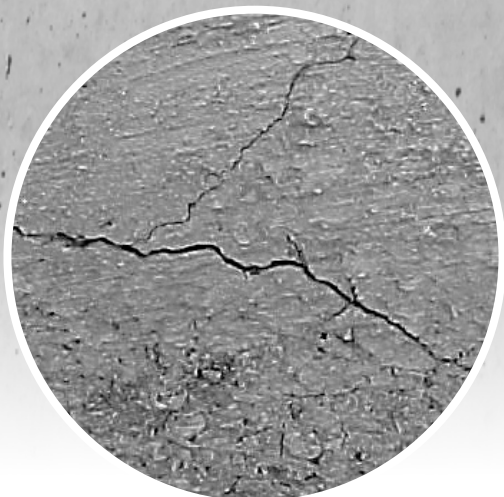
As fibras de polipropileno apresentaram um ganho na tenacidade dos compósitos, porém não foi o suficiente para evidenciar a sua utilização como substituto da tela metálica como **reforço estrutural**. A resistência residual não chegou a 2%, sendo diversas vezes nula, demonstrando assim a ineficiência como **estrutura portante**.

As fibras de polipropileno, **FiberLock**, se mostraram tão eficientes quanto as fibras normalmente comercializadas no mercado, tendo excelente desempenho ao ser adicionada ao concreto.

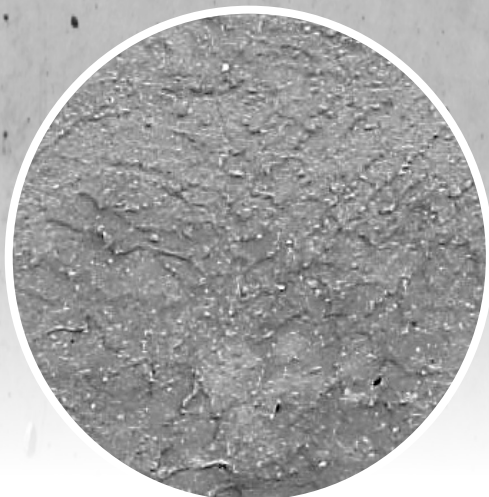
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS. *Standart Specifications for Steel Fibers for Fibers Reinforced Concrete*. ASTM A820. Book of ASTM Standarts. ASTM, Philadelphia, 1994.
- BALAGURU, P.N.; SHAH, S.P. *Fiber Reinforced Cement Composites*. USA. McGraw-Hill. 1992.
- BANTHIA, N.; TROTTIER, J.F. *Concrete Reinforced with Deformed Fibers, Part I: bond-slip mechanisms*. ACI Materials Journal, V.91, n°5, sep-oct 1994, p 435-446.
- FIGUEIREDO, A.D; HELENE, P.R.L.; AGOPYAN, V. *Fiber Reinforced Shotcrete for Tunnelling for NATM Brazilian Conditions*. In: Second University-Industry Workshop on Fiber Reinforced Concrete and Other Advanced Materials. Toronto, Canada, 1995. Proceedings. p. 263-72.
- JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (JSCE) *Method of Making Specimens for Strength and Flexural Toughness of Steel Fiber Reinforced Concrete*. JSCE SF2. Concrete Library of JSCE. Part III-2 Method of Tests for Steel Fiber Reinforced Concrete. N.3 June 1984a. p. 49-55.
- PAULON, V.A. "Estudos sobre a Microestrutura da Interface entre Pasta de Cimento e Agregado do Concreto". Tese de Doutorado. Ed USP, São Paulo, 1991, p 270.
- SHAH, S.P., RANGAN, B.V. *Fiber Reinforced Concrete Properties*. Journal of the ACI, Proceedings V.68, n°2, p 126-135, Feb. 1971.

Fiberlock reduz as rachaduras causadas por retração plástica.



Sem **Fiberlock**



Com **Fiberlock**

Instruções de uso

- Usar 500 g de **Fiberlock** para cada metro cúbico de concreto ou argamassa.
- Adicionar o pacote fechado diretamente ao concreto e misturar por 5 a 7 minutos.
- Para obter uma mistura homogênea, e evitar o embolamento, adicionar os pacotes em intervalos de 1 minuto.

Embalagem

- Coletiva: fardo plástico de 25 kg.

Dados Técnicos

Material:	Polipropileno
Peso específico:	0,90 g/cm ³
Cor:	Natural
Ponto de fusão:	165,55 °C
Diâmetro:	20 microns
Comprimento:	20mm, 12mm, 10mm, 06mm e 05mm
Condutividade Térmica:	Nula
Área Específica:	> 255 m ² /kg
Frequência:	20 mm - 180 milhões fios/kg
	12 mm - 300 milhões fios/kg
	10 mm - 360 milhões fios/kg
	06 mm - 600 milhões fios/kg
	05 mm - 720 milhões fios/kg
Tensão de ruptura:	810 MPa
Alongamento:	28%
Módulo de elasticidade:	3 a 4 GPa

Amostra

saquinho 9 x 5cm

Comparativo Econômico

Tipos de Fibras	Preços por Kg	Quantidade a adicionar (por m ³ de concreto) kg	Custo por m ³
	Base 1		Base 1
Polipropileno	1	0,500	0,5
Aço	0,25	10 a 20	2,5 à 5
Nylon	2,50	0,350	0,87

ETRURIA

Indústria de Fibras e Fios Sintéticos Ltda.

Tel: (11) 4718-8700
etruria@etruria.com.br
www.etruria.com.br