

00	03/10/2024	Emissão Inicial	Guilherme Sumitomo	Marco Carnio Guilherme Sumitomo
Revisão	Data	Especificação de revisão	Elaboração	Aprovação
Desenvolvimento:			Elaboração: Guilherme Sumitomo Aprovação: Marco Carnio e Guilherme Sumitomo Crea: 060.149387-9	
Cliente:			Assunto: Avaliação de desempenho do concreto reforçado com fibras Fibra: FSE 50	
Documento:			Nº do documento: 008_RT_AV_22_R00 Nº de página: 23 Revisão: 00	
Data: 03/10/2024				



EVOLUÇÃO

ENGENHARIA

TTGO

INOVAÇÕES CONCRETAS

CNPJ: 15.474.022/0001-60

RELATÓRIO TÉCNICO

RELATÓRIO TÉCNICO



CNPJ: 15.474.022/0001-60

1. COMPOSIÇÃO DO CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS

O traço utilizado foi elaborado pela EVOLUÇÃO Engenharia e as fibras utilizadas foram fornecidas pelo cliente (Figura 1). Os materiais e quantidades utilizadas na composição para todos os Concretos Reforçados com Fibras (CRF) são apresentados na Tabela 1 e a identificação para cada traço e as fibras utilizadas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 - Quantidade de materiais do traço

Tipo	Material	kg/m ³
	Especificação / Origem	
Cimento	CP V - ARI / CAUÊ	350
Areia 1	Areia Fina / CONCRE-TEST	480
Areia 2	Areia Média / CONCRE-TEST	340
Brita 0	Brita 0 / CONCRE-TEST	275
Brita 1	Brita 1 / CONCRE-TEST	830
Água	-	185
Aditivo 1	Mira flow 647 / GCP	Conforme Tabela 3
Fibra	Conforme Tabela 2	Conforme Tabela 2

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

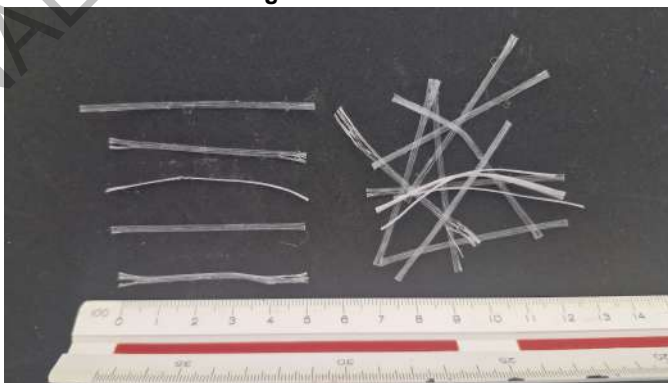
Tabela 2 - Identificação, fibras e dosagens dos traço

Identificação do Traço	Especificação / Origem	Dosagem (kg/m ³)
008.1-22 DE003 - 1/B1	FSE 50* / TTOGO	4,5
008.1-22 DE003 - 2/B1	FSE 50* / TTOGO	5,0
008.1-22 DE003 - 3/B1	FSE 50* / TTOGO	5,5
008.1-22 DE003 - 4/B1	FSE 50* / TTOGO	6,0

* Lote não informado

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 1 - FSE 50



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

2. PREPARAÇÃO DO CONCRETO E DOS CORPOS DE PROVA

2.1 Mistura dos materiais

A mistura do concreto foi realizada utilizando um misturador de eixo inclinado intermitente, conforme a Figura 2

Figura 2 - Misturador utilizado



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

A sequência de colocação dos materiais no misturador foi feita da seguinte maneira:

- 1) Adição de todo o agregado grão seco e de 1/3 do volume de água. Tempo de mistura: 2 minutos;
- 2) Adição de todo o cimento e de 1/3 do volume de água. Tempo de mistura: 2 minutos;
- 3) Adição de todo o agregado miúdo e do restante de água. Tempo de mistura: 1 minuto;
- 4) Adição do aditivo. Tempo de mistura: 6 minutos;
- 5) Adição das macrofibras de maneira uniforme. Tempo de mistura: 11 minutos.

Figura 3 - Cimento, agregados, água, fibras e aditivo



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 4 - Corpos de prova moldados



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

A Figura 5 ilustra o ensaio de abatimento do tronco de cone. Sequencialmente, a Tabela 3 apresenta o abatimento ("slump") adquirido para cada traço depois da adição do aditivo

Figura 5 - Avaliação de abatimento ("Slump")



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Tabela 3 - Abatimento ("Slump") dos traços

Traço	Betonada	Aditivo 1 (%)	Slump (mm)
008.1-22 DE003 - 1/B1	1	0,88	115
008.1-22 DE003 - 2/B1	1	0,91	120
008.1-22 DE003 - 3/B1	1	1,40	100
008.1-22 DE003 - 4/B1	1	1,45	140

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

O adensamento da mistura foi realizado por meio de uma mesa vibratória.

Após a desmoldagem, os corpos de prova foram identificados e armazenados dentro de uma câmara úmida com temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de 95%.

As quantidades dos corpos de prova foram feitas conforme mostra a Tabela 4 e os ensaios foram realizados nas datas conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 4 - Produção dos corpos de prova

Traço	Data de moldagem	Dosagem	Corpos de prova moldados (medidas em mm)	
			φ100x200	150x150x550
008.1-22 DE003 - 1/B1	26/08/2024	FSE 50 - 4,5 kg/m ³	4	8
008.1-22 DE003 - 2/B1	26/08/2024	FSE 50 - 5,0 kg/m ³	4	8
008.1-22 DE003 - 3/B1	27/08/2024	FSE 50 - 5,5 kg/m ³	4	8
008.1-22 DE003 - 4/B1	27/08/2024	FSE 50 - 6,0 kg/m ³	4	8

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Tabela 5 - Ensaio dos corpos de prova

Traço	Data de ensaio	Equipamentos de ensaio	
		φ100x200	150x150x550
008.1-22 DE003 - 1/B1	23/09/2024	FORNEY F-250F-CPILOT	INTERMETRIC IM750SRV
008.1-22 DE003 - 2/B1	23/09/2024	FORNEY F-250F-CPILOT	INTERMETRIC IM750SRV
008.1-22 DE003 - 3/B1	24/09/2024	FORNEY F-250F-CPILOT	INTERMETRIC IM750SRV
008.1-22 DE003 - 4/B1	24/09/2024	FORNEY F-250F-CPILOT	INTERMETRIC IM750SRV

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

2.2 Preparação dos corpos de prova

A preparação dos corpos de prova foi feita da seguinte maneira:

- 1) Retirada dos corpos de prova da câmara úmida no dia anterior às datas de ensaio determinadas na Tabela 5;
- 2) Realização do entalhe a partir de um corte por meio de um procedimento interno, conforme Figura 6;
- 3) Medição das dimensões (altura, largura, profundidade e vão do entalhe) dos corpos de prova, conforme Figura 7 e Figura 8;
- 4) São coladas duas placas metálicas na região central do entalhe para apoiar o extensômetro clip gauge, conforme Figura 9;

Figura 6 - Realização do entalhe



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 7 - Medição das dimensões do corpo de prova



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 8 - Medição da profundidade do entalhe



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 9 - Extensômetro clip gauge apoiado nas peças



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

3. ENSAIOS

Os ensaios de compressão axial ($\phi 100 \times 200$), conforme a ABNT NBR 5739, foram realizados em laboratório de empresa contratada pela EVOLUÇÃO Engenharia. O equipamento utilizado, conforme mostra a Figura 10, foi uma prensa estática FORNEY F-250F-CPILOT e a data de sua calibração é apresentada na Tabela 6.

Figura 10 - Prensa estática FORNEY F-250F-CPILOT



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Tabela 6 - Calibração do equipamento

Número da calibração	Item Calibrado	Data de Calibração
9233.22	Máquina de compressão FORNEY F-250F-CPILOT	29/11/2022

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Os ensaios de resistência à tração por flexão (150x150x550) para a obtenção do limite de proporcionalidade e residual, conforme a ABNT NBR 16940, foram realizados no laboratório da EVOLUÇÃO Engenharia, pelo técnico responsável Guilherme Sumitomo. O equipamento utilizado foi uma prensa dinâmica INTERMETRIC IM750SRV, conforme mostra a Figura 11, sendo esta adequada para ensaio segundo o item 4.2 da ABNT NBR 16940, o qual a máquina de ensaio deve operar em circuito fechado de controle da velocidade (do inglês closed-loop), controlado por meio de uma taxa constante de abertura do entalhe (CMOD) ou deslocamento vertical do corpo de prova (δ). A prensa também apresenta rigidez e capacidade de resposta suficientes para evitar zonas de instabilidade na curva carga CMOD ou carga δ .

Para a realização dos ensaios de tração por flexão para obtenção das resistências à tração (f_L) e residuais (f_R), os entalhes nos corpos de prova 150x150x550 foram realizados no dia anterior às datas de ensaio informadas na Tabela 5.

O controle de ensaio foi realizado em função da abertura do entalhe. A taxa de aumento da medida da abertura da fissura (CMOD) foi constante de 0,05 mm/min até CMOD=0,10 mm. A partir de CMOD=0,10 mm a taxa de aumento do CMOD foi constante de 0,20 mm/min. A frequência de aquisição dos dados respeita o mínimo exigido pela norma, de 5 Hz.

Nos ensaios de tração por flexão para obtenção das resistências à tração (f_L) e residuais (f_R) o vão de ensaio foi de 500 mm.

A Tabela 7 apresenta a data da calibração dos equipamentos utilizados nos ensaios de resistência à tração por flexão.

Figura 11 - Prensa dinâmica INTERMETRIC IM750SRV



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Tabela 7 - Calibração dos equipamentos

Número da calibração	Item Calibrado	Data de Calibração
240621.01LF	Máquina Universal de Ensaio	21/06/2024
240621.03LF	Extensômetro Clip Gauge	21/06/2024
CS0097002-0224	Paquímetro Universal Quadrimensional Digital	27/02/2024

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

4. RESULTADOS

Na sequência são apresentadas tabelas que constam as informações obtidas nos ensaios, bem como as resistências obtidas. O tratamento estatístico contempla a análise prévia dos valores espúrios de acordo com o critério de Grubbs e, posteriormente, a apresentação dos valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV).

4.1 Resistência à compressão axial

4.1.1 008.1-22 DE003 - 1/B1

Tabela 8 - Resultados, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV)

Resistência à compressão axial					Dimensões (mm): $\phi 100 \times 200$
008.1-22 DE003 - 1/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 4,5 kg/m ³					
Idade: 28 dias		Data de moldagem: 26/08/2024		Data de ensaio: 23/09/2024	
Exemplar	1	2	3	4	
Tensão (MPa)	53,32	53,46	53,57	52,32	
Média (MPa)	53,17				
Desvio Padrão (MPa)	0,58				
CV (%)	1,08				

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

4.1.2 008.1-22 DE003 - 2/B1

Tabela 9 - Resultados, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV)

Resistência à compressão axial					Dimensões (mm): $\phi 100 \times 200$
008.1-22 DE003 - 2/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 5,0 kg/m ³					
Idade: 28 dias		Data de moldagem: 26/08/2024		Data de ensaio: 23/09/2024	
Exemplar	1	2	3	4	
Tensão (MPa)	51,77	52,32	52,28	51,02	
Média (MPa)	51,85				
Desvio Padrão (MPa)	0,61				
CV (%)	1,17				

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

4.1.3 008.1-22 DE003 - 3/B1

Tabela 10 - Resultados, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV)

Resistência à compressão axial				Dimensões (mm): $\phi 100 \times 200$
008.1-22 DE003 - 3/B1- Fibra: FSE 50 - Dosagem: 5,5 kg/m ³				
Idade: 28 dias		Data de moldagem: 27/08/2024		Data de ensaio: 24/09/2024
Exemplar	1	2	3	4
Tensão (MPa)	49,69	49,94	49,43	49,76
Média (MPa)	49,70			
Desvio Padrão (MPa)	0,21			
CV (%)	0,42			

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

4.1.1 008.1-22 DE003 - 4/B1

Tabela 11 - Resultados, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV)

Resistência à compressão axial				Dimensões (mm): $\phi 100 \times 200$
008.1-22 DE003 - 4/B1- Fibra: FSE 50 - Dosagem: 6,0 kg/m ³				
Idade: 28 dias		Data de moldagem: 27/08/2024		Data de ensaio: 24/09/2024
Exemplar	1	2	3	4
Tensão (MPa)	48,31	47,73	48,36	48,91
Média (MPa)	48,33			
Desvio Padrão (MPa)	0,48			
CV (%)	0,99			

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

4.2 Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940)

4.2.1 008.1-22 DE003 - 1/B1

Tabela 12 - Dimensões dos corpos de prova

Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940) (limite de proporcionalidade e residual)				Dimensões CP (mm): 150x150x550	
008.1-22 DE003 - 1/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 4,5 kg/m³				Vão de ensaio (mm): 500	
Idade: 28 dias		Data de moldagem: 26/08/2024		Data de ensaio: 23/09/2024	
Exemplar no.	Largura média (mm)	Altura média (mm)	Distância, h_{sp} média (mm)	Espessura do entalhe, x (mm)	Distância, y (mm)
1	152	150	124,3	2,2	4,5
2	152	150	124,3	2,1	4,5
3	151	150	123,8	2,3	4,5
4	153	150	124,7	2,3	4,5
5	152	150	124,3	2,3	4,5
6	152	150	123,7	2,3	4,5
7	153	152	125,2	2,2	4,5
8	152	153	124,3	3,5	4,5

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Tabela 13 - Resultados, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV)

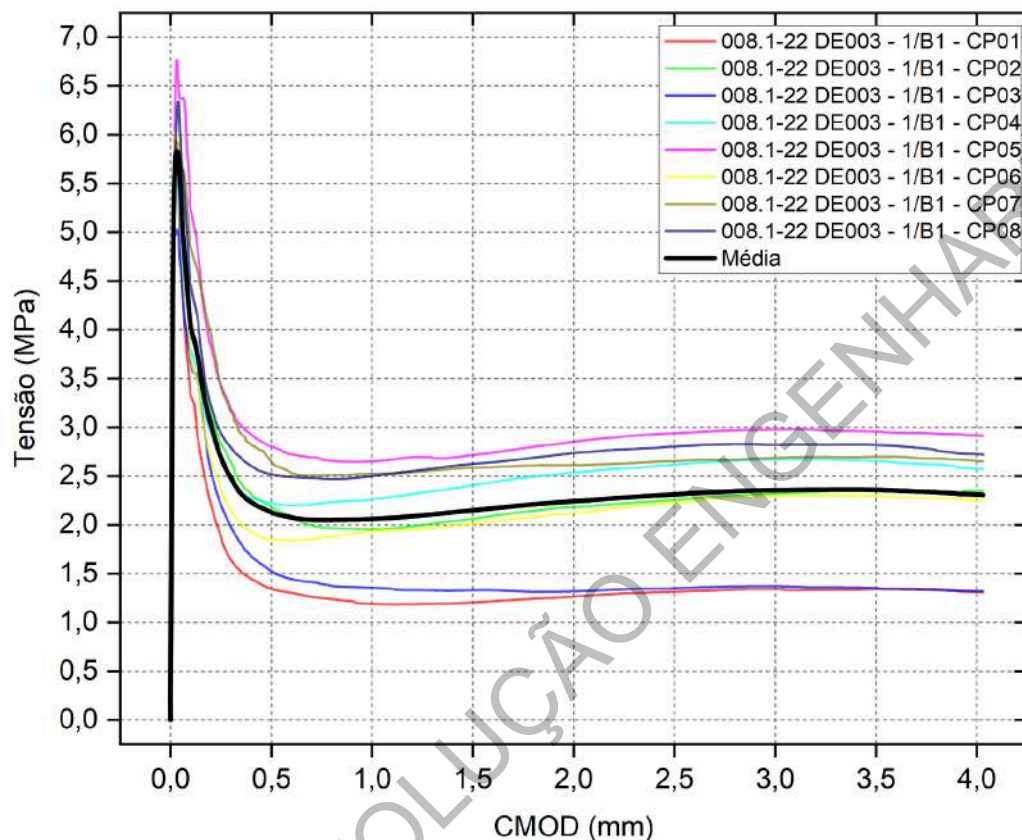
Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940) (limite de proporcionalidade e residual)				Dimensões CP (mm): 150x150x550			
008.1-22 DE003 - 1/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 4,5 kg/m³				Vão de ensaio (mm): 500			
Idade: 28 dias		Data de moldagem: 26/08/2024		Data de ensaio: 23/09/2024			
Exemplar no.	f_L (MPa)	f_{R1} (MPa)	f_{R2} (MPa)	f_{R3} (MPa)	f_{R4} (MPa)	f_{R1} / f_L	f_{R3} / f_{R1}
1	5,72	1,34	1,20	1,32	1,34	0,23	0,98
2	5,76	2,17	2,06	2,25	2,34	0,38	1,04
3	*	*	*	*	*	**	**
4	5,78	2,22	2,41	2,62	2,65	0,38	1,18
5	*	*	*	*	*	**	**
6	6,13	1,85	2,01	2,23	2,29	0,30	1,21
7	6,03	2,65	2,58	2,66	2,70	0,44	1,00
8	6,39	2,52	2,62	2,80	2,82	0,39	1,11
Média	5,97	2,13	2,15	2,31	2,36	0,36	1,09
Desvio Padrão	0,26	0,48	0,53	0,54	0,54	-	-
CV (%)	4,42	22,39	24,63	23,34	22,85	-	-

* Valor espúrio.

** Cálculo prejudicado.

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Gráfico 1 - Resistência à tração por flexão
 Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940)
 Tensão x CMOD



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 12 - Ensaio de resistência à tração por flexão



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 13 - CPs 01 à 04: Vista lateral



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 14 - CPs 05 à 08: Vista lateral



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

4.2.2 008.1-22 DE003 - 2/B1

Tabela 14 - Dimensões dos corpos de prova

Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940) Dimensões CP (mm): 150x150x550
(limite de proporcionalidade e residual) Vão de ensaio (mm): 500
008.1-22 DE003 - 2/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 5,0 kg/m³
Idade: 28 dias Data de moldagem: 26/08/2024 Data de ensaio: 23/09/2024

Exemplar no.	Largura média (mm)	Altura média (mm)	Distância, h _{sp} média (mm)	Espessura do entalhe, x (mm)	Distância, y (mm)
1	153	150	124,8	2,3	4,5
2	154	149	123,3	2,1	4,5
3	155	149	123,2	2,0	4,5
4	152	150	124,9	2,3	4,5
5	152	150	124,1	2,0	4,5
6	154	150	124,1	2,2	4,5
7	153	149	123,9	2,0	4,5
8	152	149	122,0	2,8	4,5

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Tabela 15 - Resultados, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV)

Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940) Dimensões CP (mm): 150x150x550
(limite de proporcionalidade e residual) Vão de ensaio (mm): 500
008.1-22 DE003 - 2/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 5,0 kg/m³
Idade: 28 dias Data de moldagem: 26/08/2024 Data de ensaio: 23/09/2024

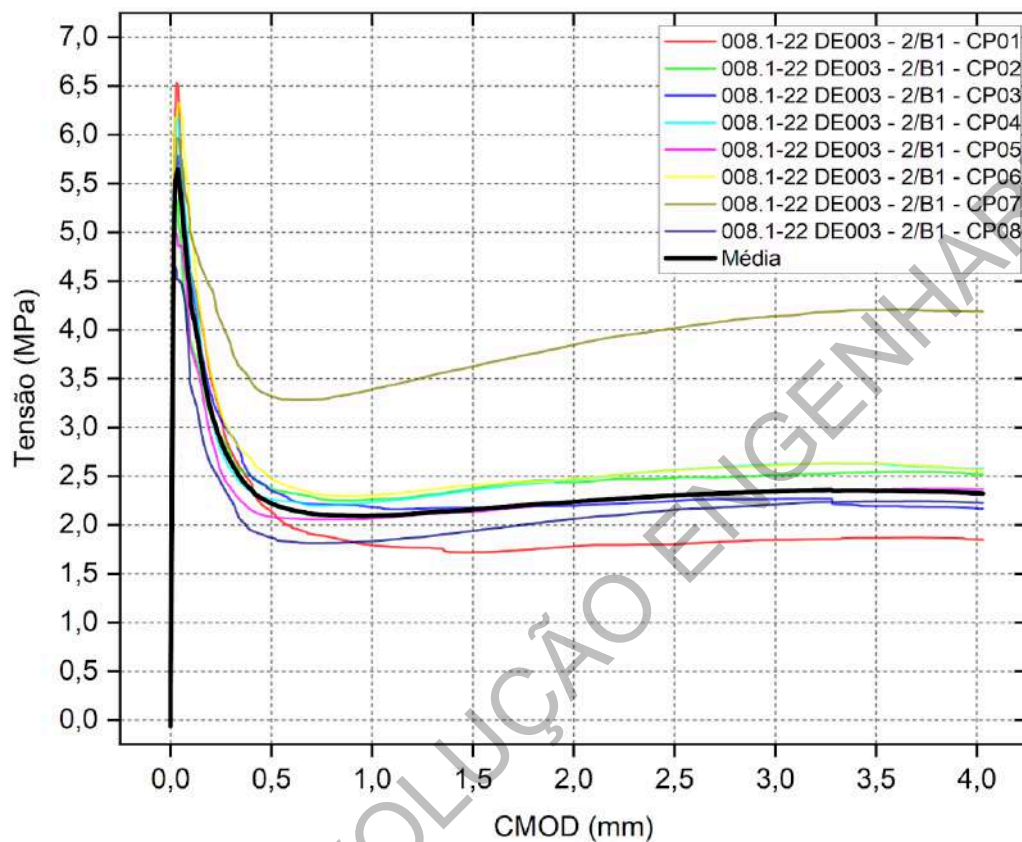
Exemplar no.	f _L (MPa)	f _{R1} (MPa)	f _{R2} (MPa)	f _{R3} (MPa)	f _{R4} (MPa)	f _{R1} / f _L	f _{R3} / f _{R1}
1	6,63	2,13	1,72	1,80	1,87	0,32	0,85
2	5,36	2,37	2,38	2,48	2,54	0,44	1,05
3	5,80	2,35	2,18	2,25	2,19	0,40	0,96
4	6,24	2,26	2,36	2,56	2,63	0,36	1,13
5	5,05	2,08	2,13	2,31	2,37	0,41	1,11
6	6,34	2,47	2,41	2,56	2,63	0,39	1,04
7	*	*	*	*	*	**	**
8	4,75	1,87	1,94	2,15	2,24	0,39	1,15
Média	5,74	2,22	2,16	2,30	2,35	0,39	1,04
Desvio Padrão	0,71	0,21	0,25	0,27	0,28	-	-
CV (%)	12,33	9,25	11,81	11,79	11,81	-	-

* Valor espúrio (critério de Grubbs).

** Cálculo prejudicado.

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Gráfico 2 - Resistência à tração por flexão
 Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940)
 Tensão x CMOD



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 15 - Ensaio de resistência à tração por flexão



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 16 - CPs 01 à 04: Vista lateral



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 17 - CPs 05 à 08: Vista lateral



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

4.2.3 008.1-22 DE003 - 3/B1

Tabela 16 - Dimensões dos corpos de prova

Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940) Dimensões CP (mm): 150x150x550
 (limite de proporcionalidade e residual) Vão de ensaio (mm): 500
 008.1-22 DE003 - 3/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 5,5 kg/m³
 Idade: 28 dias Data de moldagem: 27/08/2024 Data de ensaio: 24/09/2024

Exemplar no.	Largura média (mm)	Altura média (mm)	Distância, h_{sp} média (mm)	Espessura do entalhe, x (mm)	Distância, y (mm)
1	154	151	124,8	2,1	4,5
2	151	151	124,4	2,6	4,5
3	153	150	123,1	2,1	4,5
4	152	150	124,0	2,2	4,5
5	151	150	123,2	2,1	4,5
6	151	151	124,1	2,5	4,5
7	152	153	125,4	2,8	4,5
8	153	150	124,8	2,6	4,5

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Tabela 17 - Resultados, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV)

Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940) Dimensões CP (mm): 150x150x550
 (limite de proporcionalidade e residual) Vão de ensaio (mm): 500
 008.1-22 DE003 - 3/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 5,5 kg/m³
 Idade: 28 dias Data de moldagem: 27/08/2024 Data de ensaio: 24/09/2024

Exemplar no.	f_L (MPa)	f_{R1} (MPa)	f_{R2} (MPa)	f_{R3} (MPa)	f_{R4} (MPa)	f_{R1} / f_L	f_{R3} / f_{R1}
1	5,50	1,80	1,67	1,76	1,83	0,33	0,98
2	5,62	2,29	2,10	2,33	2,36	0,41	1,02
3	6,26	2,94	2,77	2,95	2,96	**	**
4	5,72	2,91	3,04	3,33	3,36	0,51	1,14
5	5,17	2,06	1,99	2,13	2,18	0,40	1,04
6	5,77	2,23	2,28	2,50	2,53	0,39	1,12
7	5,52	2,23	2,05	2,21	2,23	0,40	0,99
8	5,56	2,40	2,50	2,67	2,71	0,43	1,11
Média	5,64	2,36	2,30	2,48	2,52	0,41	1,06
Desvio Padrão	0,31	0,39	0,45	0,50	0,49	-	-
CV (%)	5,49	16,68	19,60	19,97	19,26	-	-

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Gráfico 3 - Resistência à tração por flexão
 Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940)
 Tensão x CMOD

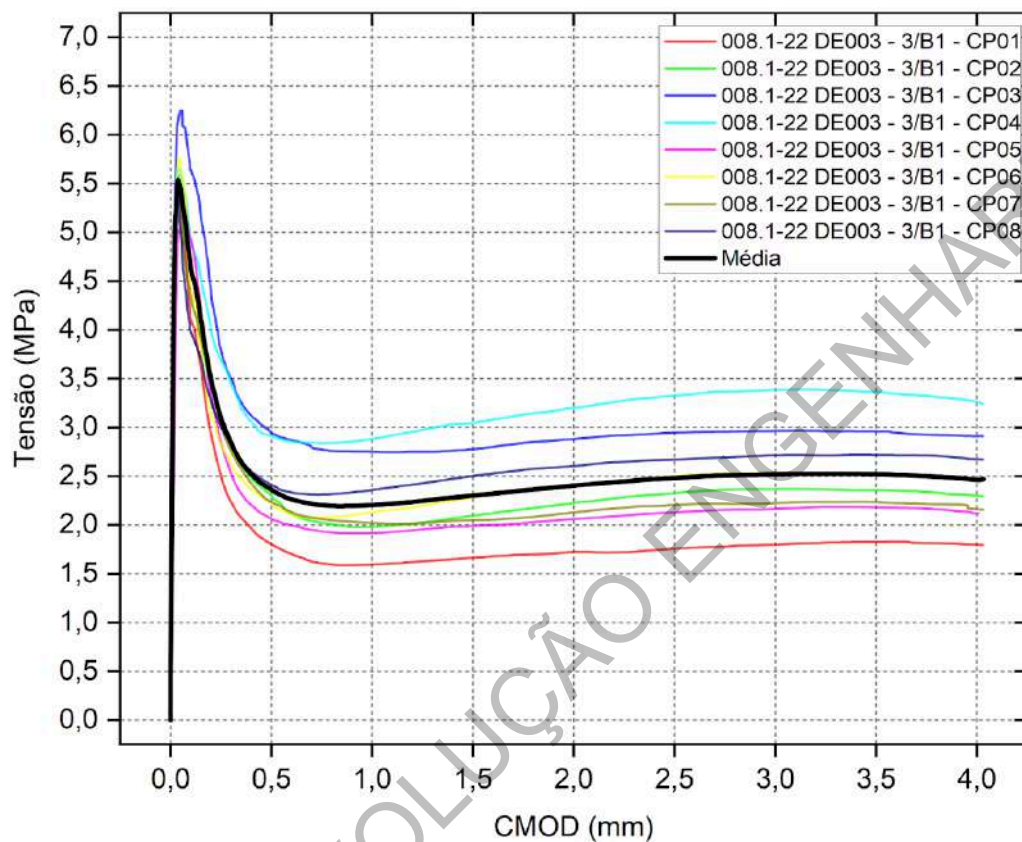


Figura 18 - Ensaio de resistência à tração por flexão



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 19 - CPs 01 à 04: Vista lateral



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 20 - CPs 05 à 08: Vista lateral



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

4.2.4 008.1-22 DE003 - 4/B1

Tabela 18 - Dimensões dos corpos de prova

Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940) Dimensões CP (mm): 150x150x550
(limite de proporcionalidade e residual) Vão de ensaio (mm): 500
008.1-22 DE003 - 4/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 6,0 kg/m³
Idade: 28 dias Data de moldagem: 27/08/2024 Data de ensaio: 24/09/2024

Exemplar no.	Largura média (mm)	Altura média (mm)	Distância, h _{sp} média (mm)	Espessura do entalhe, x (mm)	Distância, y (mm)
1	151	148	122,5	2,4	4,5
2	153	150	123,9	2,2	4,5
3	152	150	124,6	2,3	4,5
4	151	150	123,2	2,1	4,5
5	153	151	124,1	2,5	4,5
6	154	149	122,8	2,2	4,5
7	153	150	123,1	2,6	4,5
8	153	149	123,2	2,2	4,5

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

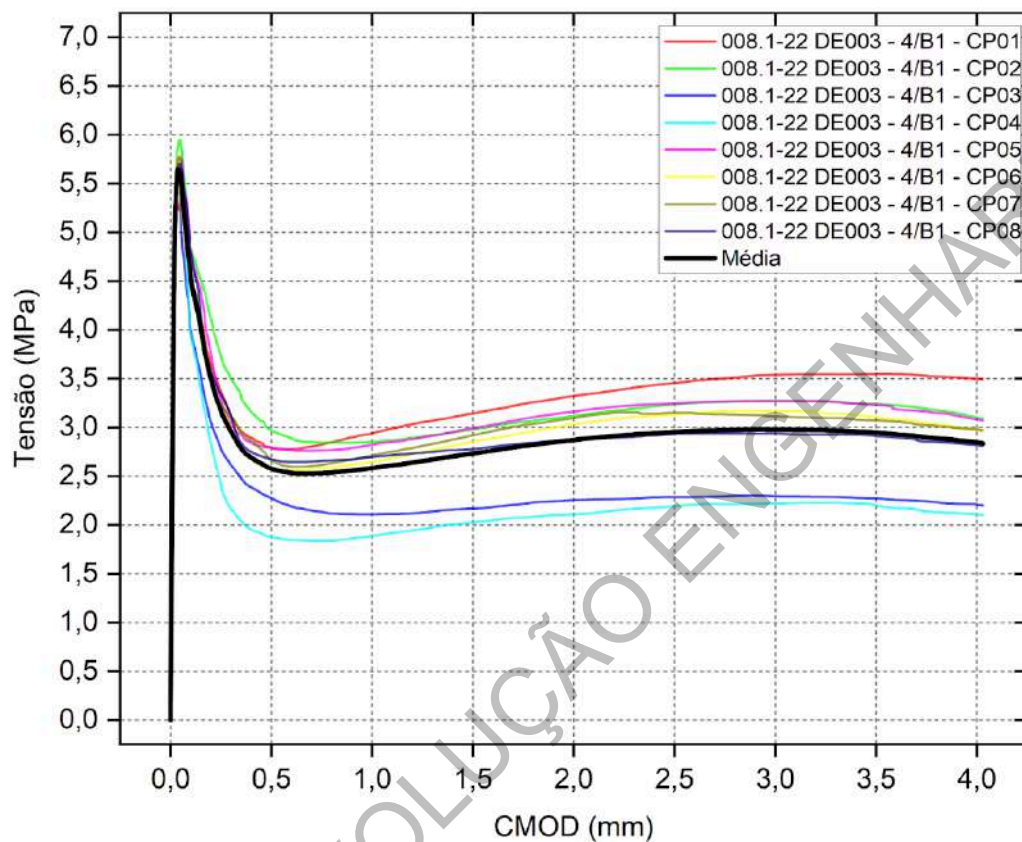
Tabela 19 - Resultados, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV)

Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940) Dimensões CP (mm): 150x150x550
(limite de proporcionalidade e residual) Vão de ensaio (mm): 500
008.1-22 DE003 - 4/B1 - Fibra: FSE 50 - Dosagem: 6,0 kg/m³
Idade: 28 dias Data de moldagem: 27/08/2024 Data de ensaio: 24/09/2024

Exemplar no.	f _L (MPa)	f _{R1} (MPa)	f _{R2} (MPa)	f _{R3} (MPa)	f _{R4} (MPa)	f _{R1} / f _L	f _{R3} / f _{R1}
1	5,40	2,79	3,14	3,45	3,55	0,52	1,24
2	5,97	2,96	2,98	3,24	3,24	0,50	1,09
3	5,70	2,27	2,16	2,28	2,28	0,40	1,00
4	5,67	1,87	2,02	2,20	2,20	0,33	1,17
5	5,78	2,79	2,99	3,24	3,23	0,48	1,16
6	5,76	2,57	2,85	3,13	3,11	0,45	1,21
7	5,80	2,66	2,92	3,15	3,07	0,46	1,18
8	5,72	2,67	2,77	2,93	2,90	0,47	1,10
Média	5,72	2,57	2,73	2,95	2,95	0,45	1,15
Desvio Padrão	0,16	0,35	0,41	0,46	0,48	-	-
CV (%)	2,80	13,48	14,99	15,75	16,14	-	-

Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Gráfico 4 - Resistência à tração por flexão
 Resistência à tração por flexão (ABNT NBR 16940)
 Tensão x CMOD



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 21 - Ensaio de resistência à tração por flexão



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 22 - CPs 01 à 04: Vista lateral



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

Figura 23 - CPs 05 à 08: Vista lateral



Fonte: EVOLUÇÃO Engenharia

O presente trabalho trata especificamente da avaliação do compósito de CRF conforme a ABNT NBR 16938, parâmetros esses utilizados para atendimento de requisitos resistências especificadas em projeto.

Os requisitos referentes às fibras devem ser verificados conforme a norma ABNT NBR 16942.

Valinhos, 03 de outubro de 2024

Marco Antonio Carnio
Eng. Civil – CREA 060.149.387.9