

Referências Bibliográficas

ADHIKARY, B.B. e MUTSUYOSHI, H. **Study on the bond between concrete and externally bonded CFRP sheet. Fibre reinforced plastics for reinforced concrete structures.** Proceedings of the fifth international conference. Cambridge, U.K., 2001. V.1. P. 371-378.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, ACI 440 F - 2000. **Guidelines for the selection, design and installation of fiber reinforced polymer (FRP) systems for external strengthening of concrete structures.** 97p., USA, 2000.

AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS - ASTM - D3039/D3039, 2000 – **Standard test method for tensile properties of polymer matrix composite materials.** USA.

[A] ARAÚJO, A. C. N. **Estudo experimental do reforço à flexão de vigas de concreto armado utilizando compósitos com tecidos de fibras de carbono.** Dissertação de Mestrado, 163p. Puc-Rio, Rio de Janeiro, 2002.

[B] ARAÚJO, C. M. **Reforço de vigas de concreto à flexão e ao cisalhamento com tecidos de fibra de carbono.** Dissertação de Mestrado, 153p. COPPE/UFRJ, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 5738: **Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto.** Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 7217: **Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 9776: **Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman.** Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto – procedimentos.** Rio de Janeiro, 2003.

BEBER, A. J.; CAMPOS FILHO, A.; CAMPAGNOLO, J. L. **Reforço de estruturas de concreto com tecidos de fibra de carbono**. XXIX Jornadas Sudamericanas Ingenieria Estructural. CD-ROM. Uruguay, 2000.

BEBER, A.J. **Comportamento estrutural de vigas de concreto armado reforçadas com compósitos de fibra de carbono**; Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

CARRAZEDO, R. **Mecanismos de confinamento e suas implicações no reforço de pilares de concreto por encamisamento com compósitos de fibras de carbono**. Dissertação de Mestrado, 163p. USP, São Carlos, 2002.

CHAJES, M. J.; FINCH, W. W.; JANUSZKA, T. F. e THOMSON, T. A. **Bond and force transfer of composites material plates bonded to concrete**. ACI Structural Journal, 1996; 93 (2). P. 208-217.

CHEN, J.F.; TENG, J.G. **Anchorage strength models for FRP and steel plates bonded to concrete**. Journal of Structural Engineering, 2001; 127 (7). P. 784-791.

EL-REFAIE, S.A.; ASHOUR, A.F. e GARRITY, S.W. **Flexural strength of continuous reinforced concrete beams with externally bonded carbon fiber – reinforced polymer reinforcement**: Repair, rehabilitation and maintenance of concrete structures and innovations in design and construction. Proceedings of fourth international conference. Seoul, Korea, 2000. P.959-978.

Fib. **Externally bonded FRP reinforcement for RC structures**: Bulletin 14; Lausanne, Switerzland, 2001. P. 28-58.

FIORELLI, J. **Utilização de fibras de carbono e de fibras de vidro para reforço de vigas de madeira**. Dissertação de Mestrado, 168p. USP, São Carlos , 2002.

JANSZE, W. **Strengthening of reinforced concrete members in bending by externally bonded steel plates**. Delft University Press, The Netherlands, 1997.

KANAKUBO, T.; FURUTA, T.; FUKYAMA, H. **Bond strength between fiber – reinforced polymer laminates and concrete**. Proceedings of the sixth international conference. Cambridge, U.K., 2003. V.1. P. 133-142.

KURIHARA, S.; MATSUI, S.; ALI, M. **Bonding shear strength of adhesives between concrete elements**. Repair, rehabilitation and maintenance of concrete structures and innovations in design and construction. Fourth international conference, Seoul, Korea, 2001. P.551-569.

LIMA, R. C. A. **Investigação dos efeitos de temperaturas elevadas em reforços estruturais com tecidos de fibra de carbono**. Dissertação de Mestrado, 140p. UFRGS, Porto Alegre, 2001.

MACHADO, M. G. **Estudo experimental da ductilidade de vigas em concreto armado reforçadas à flexão utilizando compósitos com tecidos de fibras de carbono**. Dissertação de Mestrado, 301p. Puc-Rio, Rio de Janeiro, 2004.

MBrace. **Catálogo Eletrônico dos Produtos**; www.mbrace.com (2004).

MENEGHEL, J. M. **Aderência das chapas de fibra de carbono em elementos estruturais reforçados à flexão**. Trabalho de Iniciação Científica, 65p. UFJF, Juiz de Fora, 2002.

MILLER, B. e NANNI, A. **Bond between CFRP sheets and concrete**. **Proceeding, ASCE 5th Materials Congress**, Cincinnati, OH, 1999, P.240-247.

NAKABA, K.; KANAKUBO, T.; FURUTA, T. e YOSHIZAWA, H. **Bond behavior between fiber-reinforced polymer laminates and concrete**. *ACI Structural Journal*, 2001; 98 (3). P.359-367.

NEUBAUER, U. N.; ROSTÁSY, F. S. **Bond failure of CFRP-plates at inclined cracks – Experiments and fracture mechanics model**. *Forschungsarbeiten* 1995-1999. Heft 144. iBMB, TU Braunschweig, Deutschland, 1999. P.59-62.

RHEOTEC; **Catálogo Eletrônico dos Produtos**; www.rheotec.com.br (2004).

SÁNCHEZ, E. **Notas sobre o reforço estrutural com chapas de fibras de carbono**. *Engenharia Estudo e Pesquisa*, v.4, n.1, P.67-73. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2001.

SÁNCHEZ, E. **Reforço de vigas de concreto estrutural através de chapas metálicas coladas com epóxi**. *Seminário: Reforço e Recuperação de Estruturas*, Juiz de Fora, 1998. v.1, n.2 P. 28-39.

SÁNCHEZ, E.; BARBOSA, M.T.G.; VELASCO, M.S.L.; EINSFELD, R.A.; FERREIRA, T.V.B. **Equação diferencial da aderência entre materiais compósitos de fibra de carbono e o concreto**; Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural. CD-ROM. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina, 2004.

SÁNCHEZ, E.; MENEGHEL, J. M. **Análise dos tipos de ruptura e da tensão de aderência entre o substrato de concreto e o CFC em vigas de concreto armado reforçadas à flexão**. V Congresso de Engenharia Civil. Juiz de Fora, 2002.

TENG, J. G.; CHEN, J. F.; SMITH, S. T.; LAM, L. **Bond strength of FRP-to-concrete joints**. FRP strengthened RC structures. Great Britain: Ed. John Wiley & Sons, 2002.

Anexo A

Análise Granulométrica dos Agregados Graúdo e Miúdo

A determinação da composição granulométrica dos agregados graúdo e miúdo para concreto foi realizada de acordo com a NBR 7217. Foram determinados o módulo de finura e a dimensão máxima característica dos agregados. A quantidade de material utilizado foi de 3000 *g* de brita e 1000 *g* de areia, respectivamente.

As Tabelas A.1 e A.2 mostram os valores dos resíduos passantes e retidos nas peneiras utilizadas no ensaio para a brita e a areia:

Tabela A.1 – Valores resíduos passantes e retidos para o agregado graúdo.

<i>Peneiras</i>	<i>Malha (mm)</i>	<i>Resíduos</i>		<i>Resíduo Acumulado (%)</i>	
		<i>(g)</i>	<i>(%)</i>	<i>Passado</i>	<i>Retido</i>
• 3"	76,2				
2"	50,8				–
• 3/2"	38,1				
1"	25,4			100	–
• 3/4"	19,1	55	1,8	98,2	1,8
1/2"	12,7	2088	69,6	28,6	71,4
• 3/8"	9,52	680	22,7	5,9	94,1
1/4"	6,35				–
• 4	4,76	170	5,7	0,2	99,8
• 8	2,38				99,8
• 16	1,19				99,8
• 30	0,59				99,8
• 50	0,297				99,8
• 100	0,149				99,8
200	0,074				–
Fundo	–	7	0,2	0	
Totais		3000	100		694,7

Tabela A.2 – Valores resíduos passantes e retidos para o agregado miúdo.

<i>Peneiras</i>	<i>Malha (mm)</i>	<i>Resíduos</i>		<i>Resíduo Acumulado (%)</i>	
		<i>(g)</i>	<i>(%)</i>	<i>Passado</i>	<i>Retido</i>
• 3"	76,2				
2"	50,8				–
• 3/2"	38,1				
1"	25,4				–
• 3/4"	19,1				
1/2"	12,7				
• 3/8"	9,52				
1/4"	6,35			100	
• 4	4,76	34	3,4	96,6	3,4
• 8	2,38	59	5,9	90,7	9,2
• 16	1,19	138	13,8	76,9	23
• 30	0,59	411	41,1	35,8	64,1
• 50	0,297	245	24,5	11,3	88,6
• 100	0,149	92	9,2	2,1	97,8
200	0,074	17	1,7	0,4	–
Fundo	–	4	0,4	0	
Totais		1000	100		286,1

➤ Cálculo do Módulo de Finura

O cálculo do módulo de finura do agregado foi feito somando-se todas as porcentagens retidas acumuladas nas peneiras da série normal, e dividindo-se esta soma por 100 %.

- Agregado graúdo

$$MF = \frac{694,7}{100} = 6,95$$

- Agregado miúdo

$$MF = \frac{286}{100} = 2,86$$

➤ **Dimensão Máxima Característica do Agregado**

A dimensão máxima característica do agregado é a porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5%, em massa correspondente à abertura nominal em milímetros, da malha da peneira da série normal.

- Agregado graúdo

$$D_{máx} = 19mm$$

- Agregado miúdo

$$D_{máx} = 4,76mm$$

Anexo B

Determinação das Massas Específicas dos Agregados Graúdo e Miúdo

➤ Massa Específica do Agregado Miúdo

A massa específica do agregado miúdo foi obtida por meio do Frasco de Chapman de acordo com a NBR 9776, e calculada segundo a seguinte expressão:

$$\gamma = \frac{500}{L - 200} \quad (\text{B.1})$$

onde

γ – massa específica do agregado miúdo (expressa em g/cm^3);

L – leitura do frasco (volume ocupado pelo conjunto água – agregado miúdo).

A massa inicial utilizada foi de 500 g e colocou-se água até a marca de 200 cm^3 do frasco. A leitura feita foi de 392 cm^3 , obtendo-se o seguinte valor para a massa específica:

$$\gamma = \frac{500}{392 - 200} = 2,60\text{ g/cm}^3$$

➤ Massa Específica Absoluta do Agregado Graúdo

A massa específica absoluta da brita foi obtida utilizando-se o vaso sifonado com capacidade de 5000 ml , sendo que a massa inicial utilizada foi de 1000 g . Colocou-se água até a marca de 1000 cm^3 do frasco, e a leitura feita foi de 1380 cm^3 , obtendo-se o seguinte valor para a massa específica:

$$\gamma = \frac{1000}{1380 - 1000} = 2,63\text{ g/cm}^3$$

➤ **Massa Específica Aparente do Agregado Graúdo**

A massa específica aparente foi determinada utilizando-se um recipiente retangular, e calculada dividindo-se a massa de brita contida no recipiente pelo volume do recipiente.

$$V_{rec} = 15 \times 31,5 \text{ cm}^3 = 14883,75 \text{ cm}^3$$

$$P_{rec} = 17,2 \text{ kg}$$

$$P_b = 31,1 - 7,2 = 23,9 \text{ kg} = 23900 \text{ g}$$

$$\gamma_b = \frac{23900}{14883,75} = 1,61 \text{ g/cm}^3$$

Anexo C

Determinação do Módulo de Elasticidade do Concreto

Este anexo mostra por meio de tabelas e gráficos os dados obtidos no ensaio para determinação do módulo de elasticidade do concreto para as três dosagens do concreto dos corpos-de-prova.

As tabelas a seguir mostram as deformações obtidas nos dois extensômetros e sua média, o carregamento aplicado de acordo com a NBR 8522, as tensões e o módulo de elasticidade secante para cada corpo-de-prova utilizado nos ensaios. Foram utilizados três corpos-de-prova cilíndricos para cada série.

O módulo de deformação secante é calculado de acordo com a seguinte equação, conforme visto no capítulo 3.

$$E_c = \frac{\sigma_n - \sigma_{inf}}{\varepsilon_n - \varepsilon_0} \quad (C.1)$$

C.1.

Dados Obtidos no Ensaio do Módulo de Elasticidade

C.1.1.

Corpos-de-Prova com $f_{c,dosagem} = 25 MPa$

➤ CP1

Tabela C.1 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP1 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 25 MPa$.

<i>Leituras</i>	<i>Carga P (kN)</i>	<i>Tensão σ_c (MPa)</i>	<i>Deformação Média ε_c (‰)</i>	<i>Tensão ($\sigma_n - \sigma_{inf}$) (MPa)</i>	<i>Deformação ($\varepsilon_n - \varepsilon_{inf}$) (‰)</i>	<i>Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)</i>
	-0,483	-0,061	0,019			
0,5	-4,636	-0,590	0,005			
	-4,442	-0,566	0,005			
0,1 f_c	-16,05	-2,044	-0,073	-1,494	-0,080	18,69
	-16,48	-2,099	-0,077			
0,2 f_c	-31,87	-4,059	-0,206	-3,495	-0,215	16,28

	-32,10	-4,088	-0,213			
0,3 f_c	-48,49	-6,174	-0,375	-5,648	-0,391	14,45
	-49,29	-6,276	-0,396			
0,4 f_c	-64,73	-8,242	-0,592	-7,687	-0,618	12,44
	-65,09	-8,288	-0,634			
0,5 f_c	-79,18	-10,082	-0,883	-9,626	-0,948	10,16
	-81,10	-10,326	-1,002			
0,6 f_c	-96,95	-12,345	-1,525	-11,775	-1,698	6,93
	-97,07	-12,360	-1,862			
Ruptura	-102,2	-13,020	-2,986	-10,662	-2,098	5,08

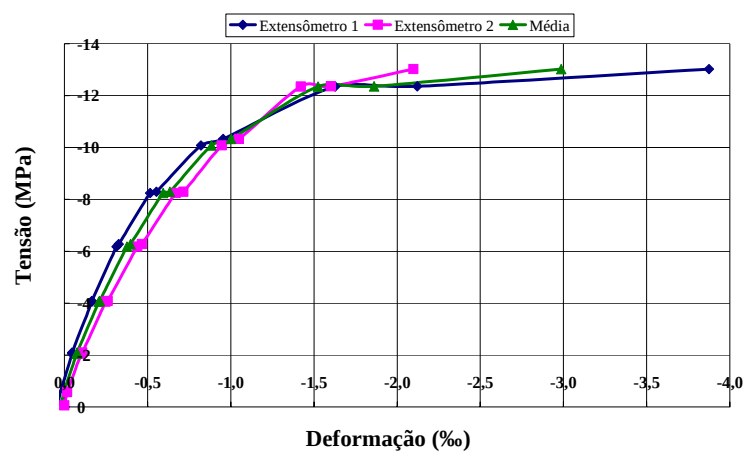


Figura C.1 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP1 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 25 \text{ MPa}$.

➤ CP2

Tabela C.2 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP2 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 25 \text{ MPa}$.

Leituras	Carga P (kN)	Tensão σ_c (MPa)	Deformação Média ε_c (‰)	Tensão $(\sigma_n - \sigma_{inf})$ (MPa)	Deformação $(\varepsilon_n - \varepsilon_{inf})$ (‰)	Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)
	-47,8	-0,061	0,022			
	-44	-0,056	0,021			
0,5	-439,9	-0,560	0,019			
	-470,4	-0,599	0,020			
0,1 f_c	-1588	-2,022	-0,029	-1,466	-0,051	28,46
	-1655	-2,107	-0,034			
0,2 f_c	-3205	-4,082	-0,144	-3,505	-0,168	20,85

	-3239	-4,125	-0,153			
0,3 f_c	-4820	-6,138	-0,276	-5,543	-0,299	18,52
	-4827	-6,146	-0,283			
0,4 f_c	-6423	-8,178	-0,413	-7,589	-0,441	17,21
	-6437	-8,197	-0,430			
0,5 f_c	-8013	-10,203	-0,566	-9,620	-0,602	15,98
	-8038	-10,235	-0,599			
0,6 f_c	-9683	-12,329	-0,760	-11,758	-0,801	14,68
	-9726	-12,384	-0,803			
0,7 f_c	-11368	-14,475	-0,967	-13,753	-1,025	13,42
	-11175	-14,229	-1,044			
0,8 f_c	-12874	-16,392	-1,224	-15,795	-1,328	11,90
	-12876	-16,395	-1,391			
	-12995	-16,546	-1,431	-16,230	-1,487	10,92
	-13440	-17,112	-1,503			
	-13658	-17,390	-1,564	-16,939	-1,617	10,47
	-13889	-17,685	-1,631			
	-13950	-17,762	-1,665	-17,331	-1,740	9,96
	-14214	-18,098	-1,776			
	-14400	-18,335	-1,892	-17,873	-1,982	9,02
	-14615	-18,608	-2,032			
	-14783	-18,823	-2,191	-18,355	-2,283	8,04
	-14989	-19,085	-2,335			
	-15319	-19,506	-2,455	-19,041	-2,514	7,57
	-15530	-19,775	-2,534			
	-15523	-19,765	-2,660	-19,403	-2,829	6,86
	-15895	-20,239	-2,959			
Ruptura	-16295	-20,748	-3,100	-19,411	-2,993	6,49

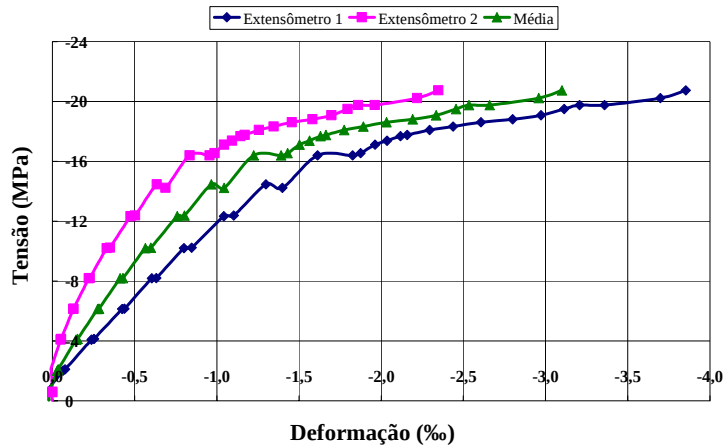


Figura C.2 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP2 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 25 \text{ MPa}$.

➤ CP3

Tabela C.3 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP3 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 25 \text{ MPa}$.

Leituras	Carga P (kN)	Tensão σ_c (MPa)	Deformação Média ε_c (%)	Tensão $(\sigma_n - \sigma_{inf})$ (MPa)	Deformação $(\varepsilon_n - \varepsilon_{inf})$ (%)	Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)
	0,150	0,019	0,021			
	0,127	0,016	0,020			
0,5	-4,256	-0,542	0,010			
	-4,583	-0,584	0,007			
0,1 f_c	-16,10	-2,051	-0,058	-1,529	-0,069	22,28
	-16,75	-2,133	-0,063			
0,2 f_c	-31,93	-4,066	-0,166	-3,534	-0,179	19,78
	-32,41	-4,127	-0,174			
0,3 f_c	-48,49	-6,175	-0,297	-5,589	-0,310	18,02
	-48,13	-6,129	-0,306			
0,4 f_c	-63,49	-8,085	-0,432	-7,586	-0,454	16,70
	-64,49	-8,212	-0,460			
0,5 f_c	-80,64	-10,268	-0,614	-9,747	-0,641	15,22
	-81,30	-10,352	-0,650			
0,6 f_c	-95,81	-12,200	-0,796	-11,655	-0,840	13,88
	-96,10	-12,236	-0,867			
0,7 f_c	-112,4	-14,315	-1,078	-13,741	-1,145	12,00
	-112,2	-14,293	-1,195			
0,8 f_c	-127,5	-16,240	-1,447	-15,764	-1,630	9,67

	-128,9	-16,413	-1,795			
	-131,7	-16,775	-1,841	-16,342	-1,875	8,72
	-133,7	-17,033	-1,892			
	-135,5	-17,256	-1,939	-16,786	-1,977	8,49
	-136,9	-17,441	-1,998			
	-137,7	-17,535	-2,126	-17,203	-2,366	7,27
	-141,3	-17,997	-2,590			
Ruptura	-141,9	-18,068	-3,102	-17,148	-3,350	5,12

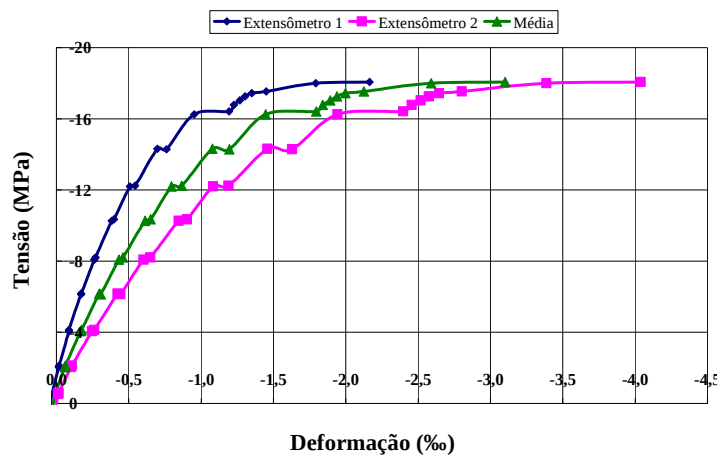


Figura C.3 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP3 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 25 \text{ MPa}$.

C.1.2.

Corpos-de-Prova com $f_{c,dosagem} = 35 \text{ MPa}$

➤ CP1

Tabela C.4 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP1 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 35 \text{ MPa}$.

Leituras	Carga P (kN)	Tensão σ_c (MPa)	Deformação Média ε_c (%)	Tensão $(\sigma_n - \sigma_{inf})$ (MPa)	Deformação $(\varepsilon_n - \varepsilon_{inf})$ (%)	Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)
	-0,120	-0,015	0,015			
	-0,090	-0,011	0,015			
0,5	-4,379	-0,558	0,005			
	-4,750	-0,605	0,003			
0,1 f_c	-20,96	-2,670	-0,080	-2,153	-0,085	25,25
	-21,98	-2,799	-0,083			
0,2 f_c	-42,00	-5,348	-0,192	-4,787	-0,196	24,43
	-42,32	-5,389	-0,192			
0,3 f_c	-63,10	-8,035	-0,320	-7,640	-0,332	23,03

	-66,03	-8,407	-0,336			
0,4 f_c	-84,05	-10,702	-0,451	-10,286	-0,465	22,10
	-86,64	-11,031	-0,473			
0,5 f_c	-105,2	-13,395	-0,599	-12,930	-0,616	20,98
	-107,0	-13,627	-0,626			
0,6 f_c	-126,0	-16,051	-0,768	-15,464	-0,784	19,72
	-125,9	-16,040	-0,793			
0,7 f_c	-146,0	-18,590	-0,944	-18,177	-0,985	18,45
	-148,1	-18,868	-0,998			
	-147,7	-18,816	-1,003			
0,8 f_c	-166,3	-21,186	-1,166	-20,915	-1,234	16,95
	-168,0	-21,394	-1,253			
	-172,0	-21,910	-1,272			
	-175,2	-22,313	-1,292			
	-176,4	-22,466	-1,301			
	-178,6	-22,746	-1,318			
	-179,5	-22,858	-1,332			
	-182,6	-23,252	-1,354			
	-183,9	-23,424	-1,373			
	-185,0	-23,556	-1,391			
	-186,7	-23,774	-1,411			
	-189,7	-24,163	-1,454			
	-191,1	-24,339	-1,478			
	-192,8	-24,559	-1,517			
	-195,6	-24,905	-1,556			
	-196,7	-25,046	-1,580			
	-198,8	-25,316	-1,615			
	-200,5	-25,533	-1,653			
	-202,7	-25,819	-1,692			
	-205,0	-26,104	-1,733			
	-206,4	-26,288	-1,764			
	-205,8	-26,206	-1,773			
	-208,4	-26,546	-1,817			
	-210,4	-26,793	-1,867			
	-211,0	-26,869	-1,886			
	-211,8	-26,979	-1,932			
	-213,6	-27,205	-1,996			
	-215,7	-27,471	-2,103			
	-215,8	-27,480	-2,118			
Ruptura	-218,2	-27,818	-2,110			

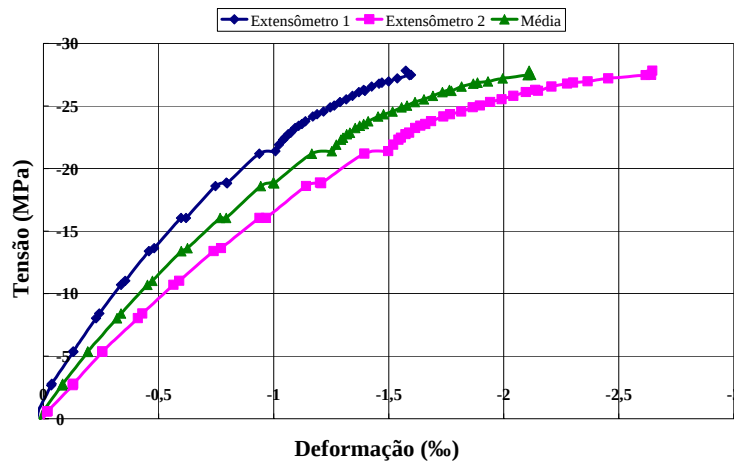


Figura C.4 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP1 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 35 \text{ MPa}$.

➤ CP2

Tabela C.5 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP2 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 35 \text{ MPa}$.

Leituras	Carga P (kN)	Tensão σ_c (MPa)	Deformação Média ε_c (%)	Tensão $(\sigma_n - \sigma_{inf})$ (MPa)	Deformação $(\varepsilon_n - \varepsilon_{inf})$ (%)	Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)
	0,157	0,020	0,015			
	0,195	0,025	0,014			
0,5	-3,869	-0,493	0,007			
	-4,620	-0,588	0,006			
0,1 f_c	-21,02	-2,677	-0,069	-2,173	-0,076	28,76
	-21,59	-2,750	-0,069			
0,2 f_c	-42,06	-5,356	-0,178	-4,846	-0,185	26,20
	-42,54	-5,417	-0,178			
0,3 f_c	-63,25	-8,054	-0,292	-7,555	-0,299	25,23
	-63,90	-8,136	-0,293			
0,4 f_c	-83,89	-10,682	-0,403	-10,179	-0,411	24,74
	-84,48	-10,756	-0,406			
0,5 f_c	-106,6	-13,578	-0,523	-13,025	-0,533	24,43
	-106,4	-13,554	-0,530			
0,6 f_c	-126,5	-16,118	-0,644	-15,617	-0,658	23,74
	-127,0	-16,183	-0,650			
	-127,0	-16,171	-0,659			
0,7 f_c	-146,0	-18,601	-0,770	-18,166	-0,788	23,04
	-147,7	-18,811	-0,793			

0,8 f_c	-167,5	-21,328	-0,920	-20,880	-0,943	22,13
	-168,9	-21,513	-0,953			
	-171,1	-21,797	-0,964			
	-173,1	-22,041	-0,973			
	-175,1	-22,307	-0,983			
	-176,7	-22,505	-0,995			
	-178,1	-22,682	-1,003			
	-181,1	-23,064	-1,018			
	-181,4	-23,107	-1,023			
	-182,8	-23,287	-1,036			
	-184,7	-23,518	-1,049			
	-186,2	-23,717	-1,066			
	-187,1	-23,825	-1,069			
	-188,9	-24,055	-1,084			
	-191,4	-24,380	-1,101			
	-193,8	-24,675	-1,114			
	-194,9	-24,820	-1,132			
	-197,4	-25,142	-1,149			
	-198,7	-25,302	-1,164			
	-200,2	-25,490	-1,184			
	-204,0	-25,976	-1,213			
	-205,6	-26,107	-1,226			
	-205,4	-26,155	-1,233			
	-206,8	-26,332	-1,251			
	-208,8	-26,587	-1,275			
	-210,3	-26,783	-1,302			
	-212,5	-27,059	-1,326			
	-212,8	-27,094	-1,334			
	-214,9	-27,373	-1,355			
	-216,1	-27,515	-1,379			
	-218,0	-27,769	-1,409			
	-221,0	-28,141	-1,446			
	-221,6	-28,226	-1,475			
	-223,2	-28,419	-1,504			
	-224,1	-28,539	-1,521			
	-224,0	-28,524	-1,531			
	-224,9	-28,647	-1,544			
	-225,1	-28,668	-1,558			
	-225,6	-28,732	-1,565			
	-225,8	-28,757	-1,578			
	-226,3	-28,819	-1,592			
	-226,4	-28,831	-1,611			
	-227,0	-28,914	-1,618			
	-226,2	-28,802	-1,631			
	-227,3	-28,944	-1,638			
	-226,9	-28,898	-1,653			

	-227,2	-28,938	-1,667			
	-228,0	-29,040	-1,686			
	-227,4	-28,960	-1,696			
	-226,9	-28,901	-1,709			
Ruptura	-228,1	-29,046	-1,721			

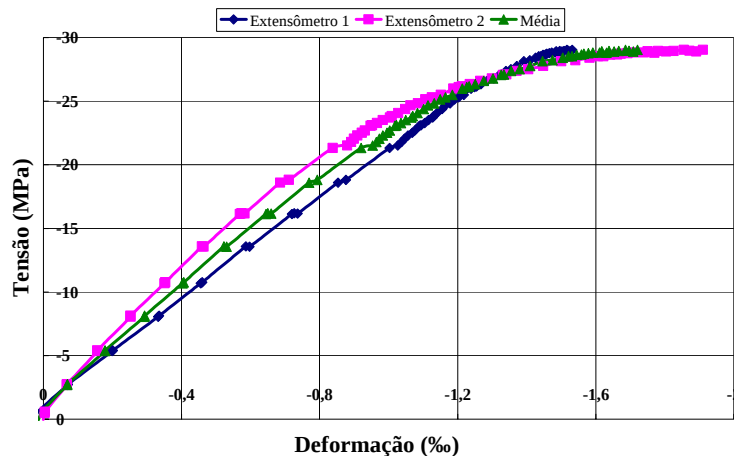


Figura C.5 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP2 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 35 \text{ MPa}$.

➤ CP3

Tabela C.6 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP3 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 35 \text{ MPa}$.

Leituras	Carga P (kN)	Tensão σ_c (MPa)	Deformação Média ε_c (%)	Tensão ($\sigma_n - \sigma_{inf}$) (MPa)	Deformação ($\varepsilon_n - \varepsilon_{inf}$) (%)	Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)
	0,57	0,073	0,016			
	0,57	0,073	0,015			
0,5	-4,15	-0,528	0,012			
	-5,06	-0,644	0,011			
0,1 f_c	-22,35	-2,846	-0,070	-2,32	-0,08	27,96
	-23,22	-2,957	-0,072			
0,2 f_c	-42,85	-5,456	-0,184	-4,96	-0,20	24,84
	-44,34	-5,645	-0,192			
0,3 f_c	-63,11	-8,035	-0,303	-7,51	-0,32	23,52
	-63,98	-8,147	-0,312			
0,4 f_c	-86,85	-11,058	-0,445	-10,40	-0,46	22,55
	-85,78	-10,922	-0,454			

0,5 f_c	-104,9	-13,357	-0,583	-12,85	-0,60	21,25
	-106,1	-13,519	-0,603			
0,6 f_c	-125,8	-16,024	-0,752	-16,37	-0,84	19,52
	-126,3	-16,090	-0,785			
0,7 f_c	-147,3	-18,762	-0,945	-18,22	-0,98	18,53
	-148,0	-18,846	-0,998			
0,8 f_c	-168,4	-21,449	-1,197	-20,79	-1,22	17,10
	-167,3	-21,312	-1,212			
	-168,2	-21,415	-1,275			
	-169,6	-21,599	-1,283			
	-170,9	-21,768	-1,291			
	-172,1	-21,914	-1,303			
	-173,4	-22,082	-1,314			
	-175,0	-22,284	-1,331			
	-176,2	-22,441	-1,346			
	-179,3	-22,838	-1,373			
	-181,0	-23,053	-1,401			
	-182,5	-23,247	-1,430			
	-184,5	-23,501	-1,470			
	-184,8	-23,529	-1,477			
	-186,3	-23,731	-1,517			
	-188,2	-23,973	-1,568			
	-189,4	-24,120	-1,622			
	-189,6	-24,149	-1,631			
	-192,2	-24,471	-1,707			
	-194,5	-24,775	-1,810			
	-194,6	-24,784	-1,819			
	-195,6	-24,914	-1,900			
	-195,6	-24,906	-1,977			
	-195,3	-24,877	-1,989			
	-196,1	-24,978	-2,008			
Ruptura	-196,2	-24,987	-2,023			

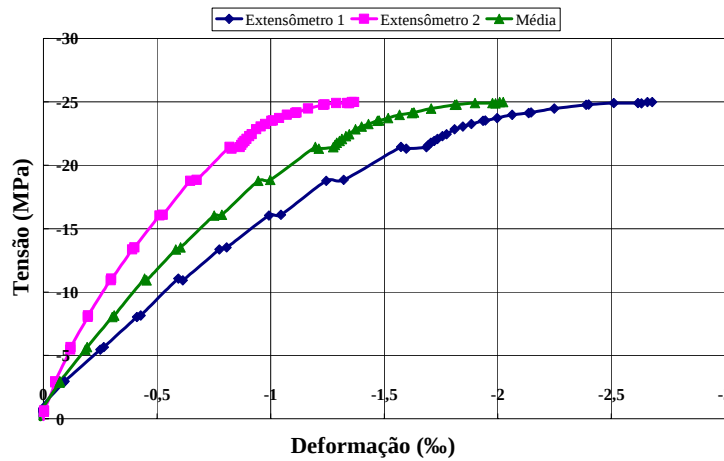


Figura C.6 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP3 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 35 \text{ MPa}$.

C.1.3.

Corpos-de-Prova com $f_{c,dosagem} = 45 \text{ MPa}$

➤ CP1

Tabela C.7 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP1 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 45 \text{ MPa}$.

Leituras	Carga P (kN)	Tensão σ_c (MPa)	Deformação Média ε_c (‰)	Tensão ($\sigma_n - \sigma_{inf}$) (MPa)	Deformação ($\varepsilon_n - \varepsilon_{inf}$) (‰)	Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)
	-1,41	-0,180	0,026			
	-1,41	-0,180	0,027			
0,5	-4,11	-0,524	0,021			
	-4,41	-0,561	0,017			
0,1 f_c	-30,25	-3,852	-0,104	-3,389	-0,129	26,29
	-31,50	-4,010	-0,115			
0,2 f_c	-58,95	-7,506	-0,269	-7,179	-0,301	23,87
	-62,34	-7,937	-0,293			
0,3 f_c	-88,17	-11,226	-0,440	-10,788	-0,472	22,88
	-89,81	-11,435	-0,464			
0,4 f_c	-116,6	-14,846	-0,616	-14,388	-0,650	22,15
	-117,9	-15,016	-0,645			
0,5 f_c	-146,7	-18,686	-0,812	-18,195	-0,847	21,49
	-147,5	-18,790	-0,842			
0,6 f_c	-177,0	-22,536	-1,018	-22,040	-1,057	20,86

	-177,7	-22,629	-1,056			
0,7 f_c	-206,2	-26,264	-1,239	-25,709	-1,281	20,07
	-206,0	-26,240	-1,284			
0,8 f_c	-234,2	-29,825	-1,465	-29,500	-1,520	19,40
	-237,6	-30,259	-1,537			
	-243,2	-30,975	-1,566			
	-245,8	-31,299	-1,583			
	-248,4	-31,634	-1,600			
	-250,1	-31,854	-1,613			
	-252,1	-32,110	-1,631			
	-253,7	-32,306	-1,641			
	-254,7	-32,429	-1,651			
	-258,7	-32,943	-1,677			
	-259,4	-33,033	-1,688			
	-261,3	-33,277	-1,699			
	-262,5	-33,425	-1,709			
	-263,5	-33,549	-1,727			
	-266,1	-33,884	-1,746			
	-267,2	-34,026	-1,757			
	-269,3	-34,299	-1,776			
	-271,3	-34,547	-1,795			
	-271,9	-34,626	-1,811			
	-273,8	-34,863	-1,831			
	-276,2	-35,176	-1,851			
	-276,9	-35,265	-1,862			
	-278,5	-35,466	-1,877			
	-279,7	-35,624	-1,889			
	-280,5	-35,718	-1,900			
	-281,5	-35,853	-1,911			
	-282,5	-35,970	-1,923			
	-283,5	-36,106	-1,939			
	-284,3	-36,202	-1,955			
	-285,4	-36,349	-1,966			
	-286,6	-36,495	-1,982			
	-288,2	-36,697	-1,994			
	-289,5	-36,861	-2,010			
	-290,2	-36,953	-2,022			
	-291,4	-37,105	-2,034			
	-292,8	-37,288	-2,050			
	-294,2	-37,461	-2,072			
	-295,2	-37,594	-2,084			
	-296,3	-37,736	-2,104			
	-297,6	-37,899	-2,117			
	-298,3	-37,985	-2,129			
	-299,8	-38,180	-2,150			

	-299,7	-38,160	-2,163			
	-301,0	-38,325	-2,175			
	-303,4	-38,633	-2,202			
	-304,1	-38,728	-2,214			
	-304,8	-38,810	-2,227			
	-305,3	-38,879	-2,244			
	-306,9	-39,079	-2,261			
	-307,4	-39,151	-2,278			
	-307,7	-39,182	-2,291			
	-308,6	-39,293	-2,303			
	-309,0	-39,350	-2,316			
	-310,4	-39,532	-2,334			
	-310,9	-39,590	-2,347			
	-311,4	-39,650	-2,360			
	-313,3	-39,891	-2,378			
	-313,7	-39,943	-2,396			
	-314,5	-40,046	-2,409			
	-314,3	-40,022	-2,422			
	-315,3	-40,156	-2,435			
	-316,4	-40,285	-2,459			
	-316,7	-40,333	-2,473			
	-316,8	-40,339	-2,487			
	-317,7	-40,462	-2,500			
	-318,3	-40,530	-2,519			
	-318,6	-40,572	-2,533			
	-320,3	-40,788	-2,552			
	-320,9	-40,866	-2,575			
	-320,4	-40,799	-2,593			
	-322,5	-41,072	-2,637			
	-321,9	-40,989	-2,660			
	-323,2	-41,162	-2,707			
Ruptura	-323,4	-41,188	-2,720			

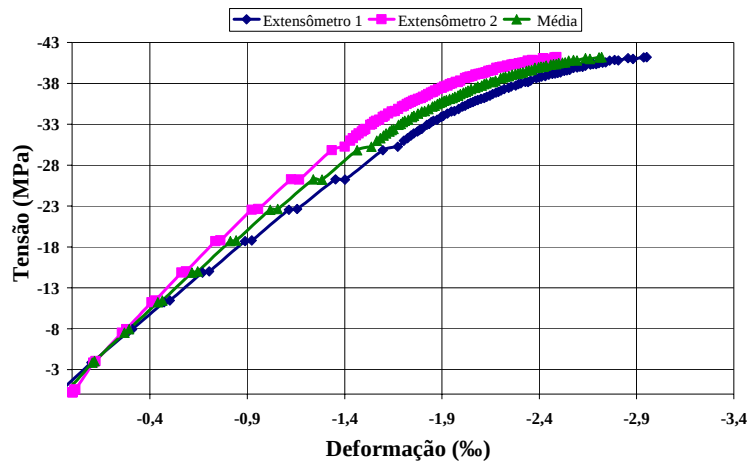


Figura C.7 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP1 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 45 \text{ MPa}$.

➤ CP2

Tabela C.8 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP2 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 45 \text{ MPa}$.

Leituras	Carga P (kN)	Tensão σ_c (MPa)	Deformação Média ε_c (%)	Tensão $(\sigma_n - \sigma_{inf})$ (MPa)	Deformação $(\varepsilon_n - \varepsilon_{inf})$ (%)	Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)
	-0,26	-0,033	0,025			
	-0,29	-0,037	0,024			
0,5	-3,92	-0,499	0,005			
	-4,85	-0,617	0,002			
0,1 f_c	-28,85	-3,674	-0,115	-3,235	-0,124	26,09
	-30,73	-3,913	-0,127			
0,2 f_c	-59,15	-7,531	-0,282	-7,104	-0,295	24,09
	-61,20	-7,793	-0,302			
0,3 f_c	-87,99	-11,203	-0,452	-10,792	-0,469	23,03
	-90,30	-11,497	-0,479			
0,4 f_c	-116,8	-14,874	-0,632	-14,474	-0,653	22,18
	-119,3	-15,190	-0,667			
0,5 f_c	-147,6	-18,792	-0,833	-18,255	-0,853	21,40
	-147,9	-18,833	-0,866			
0,6 f_c	-175,5	-22,341	-1,033	-21,905	-1,073	20,42
	-177,1	-22,550	-1,087			
	-176,7	-22,497	-1,088			
0,7 f_c	-207,3	-26,392	-1,273	-25,768	-1,312	19,63

	-206,2	-26,260	-1,346			
$0,8 f_c$	-235,8	-30,029	-1,557	-29,717	-1,610	18,46
	-239,7	-30,522	-1,656			
	-242,1	-30,820	-1,668			
	-244,2	-31,098	-1,679			
	-246,2	-31,350	-1,692			
	-248,6	-31,651	-1,704			
	-250,6	-31,910	-1,719			
	-252,1	-32,097	-1,732			
	-254,6	-32,415	-1,745			
	-255,4	-32,522	-1,759			
	-257,0	-32,718	-1,773			
	-259,6	-33,054	-1,786			
	-261,1	-33,250	-1,800			
	-262,1	-33,378	-1,820			
	-265,8	-33,841	-1,846			
	-266,8	-33,974	-1,861			
	-267,4	-34,045	-1,876			
	-270,3	-34,412	-1,897			
	-271,4	-34,556	-1,913			
	-273,1	-34,772	-1,934			
	-275,4	-35,059	-1,962			
	-276,3	-35,174	-1,977			
	-277,8	-35,369	-1,998			
	-279,4	-35,570	-2,019			
	-281,3	-35,815	-2,057			
	-284,4	-36,214	-2,094			
	-285,3	-36,330	-2,124			
	-286,9	-36,524	-2,153			
	-289,2	-36,827	-2,192			
	-289,7	-36,886	-2,205			
	-291,1	-37,070	-2,226			
	-292,8	-37,280	-2,253			
	-293,5	-37,374	-2,274			
	-294,2	-37,460	-2,291			
	-294,4	-37,483	-2,321			
Ruptura	-295,1	-37,579	-2,362			

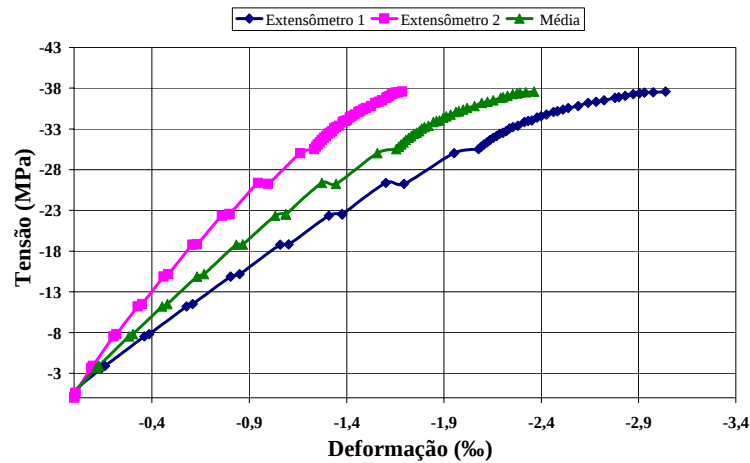


Figura C.8 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP2 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 45 \text{ MPa}$.

➤ CP3

Tabela C.9 – Dados e resultados obtidos do ensaio do módulo de elasticidade do concreto para o CP3 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 45 \text{ MPa}$.

Leituras	Carga P (kN)	Tensão σ_c (MPa)	Deformação Média ε_c (%)	Tensão $(\sigma_n - \sigma_{inf})$ (MPa)	Deformação $(\varepsilon_n - \varepsilon_{inf})$ (%)	Módulo de Elasticidade Secante E_c (GPa)
	0,39	0,050	0,023			
	0,37	0,047	0,022			
0,5	-4,02	-0,512	0,021			
	-5,29	-0,674	0,020			
0,1 f_c	-28,80	-3,667	-0,082	-3,215	-0,109	29,38
	-31,02	-3,950	-0,096			
0,2 f_c	-59,13	-7,529	-0,259	-7,076	-0,290	24,41
	-61,33	-7,809	-0,280			
0,3 f_c	-87,99	-11,203	-0,445	-10,745	-0,479	22,42
	-90,11	-11,473	-0,473			
0,4 f_c	-116,9	-14,879	-0,645	-14,376	-0,681	21,11
	-118,3	-15,059	-0,676			
0,5 f_c	-146,9	-18,710	-0,856	-18,181	-0,897	20,27
	-148,0	-18,838	-0,897			
0,6 f_c	-176,7	-22,504	-1,087	-21,939	-1,127	19,47
	-177,2	-22,559	-1,093			
	-177,0	-22,534	-1,139			
0,7 f_c	-205,1	-26,120	-1,339	-25,585	-1,391	18,39

	-204,5	-26,043	-1,343			
	-207,1	-26,371	-1,430			
$0,8 f_c$	-234,5	-29,861	-1,709	-29,501	-1,782	16,55
	-238,2	-30,326	-1,815			
	-243,0	-30,943	-1,837			
	-245,7	-31,279	-1,853			
	-248,0	-31,574	-1,869			
	-250,4	-31,886	-1,886			
	-252,8	-32,184	-1,903			
	-255,7	-32,551	-1,922			
	-257,8	-32,829	-1,942			
	-259,5	-33,035	-1,962			
	-261,7	-33,316	-1,983			
	-263,4	-33,533	-2,005			
	-265,4	-33,796	-2,028			
	-266,2	-33,892	-2,051			
	-267,6	-34,072	-2,074			
	-270,6	-34,453	-2,107			
	-271,4	-34,552	-2,141			
	-275,0	-35,010	-2,196			
	-276,3	-35,177	-2,220			
	-277,4	-35,317	-2,254			
	-279,7	-35,612	-2,307			
	-282,1	-35,919	-2,366			
	-282,5	-35,975	-2,407			
	-283,0	-36,038	-2,430			
	-285,7	-36,373	-2,480			
	-286,7	-36,508	-2,541			
	-287,7	-36,637	-2,586			
Ruptura	-288,3	-36,710	-2,615			

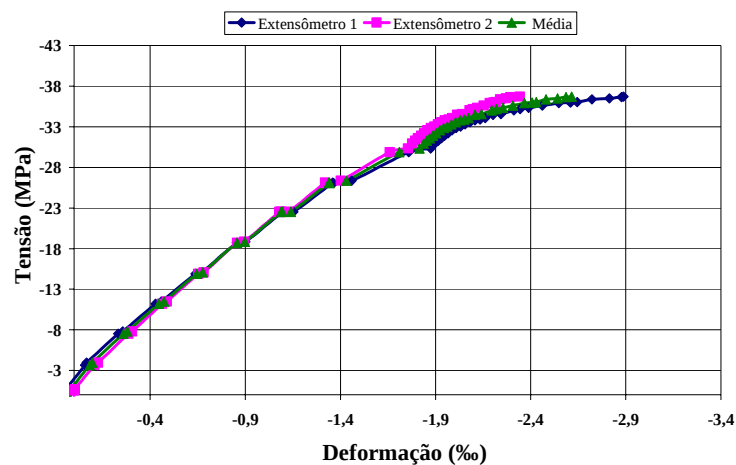


Figura C.9 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP3 dos corpos-de-prova com $f_{c,dosagem} = 45 \text{ MPa}$.

Anexo D

Ensaio de Resistência à Tração do CFC

Este anexo mostra por meio de tabelas e gráficos os dados obtidos do ensaio de resistência à tração do CFC.

➤ CP1

Tabela D.1 – Dados obtidos no ensaio de resistência à tração do CFC para o CP1.

<i>Carga</i> <i>P</i> (<i>kN</i>)	<i>Tensão</i> <i>σ_f</i> (<i>MPa</i>)	<i>Deformação</i> <i>Específica</i> <i>ε_f</i> (<i>με</i>)
2	484,85	97
4	969,70	235
6	1454,55	419
8	1939,39	553
10	2424,24	655
11	2666,67	683
12	2909,09	725
13	3151,52	755

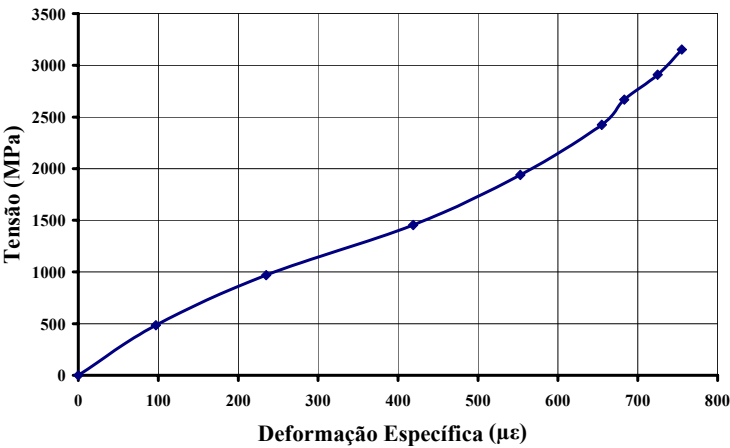


Figura D.1 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP1.

Este corpo-de-prova foi descartado, pois os valores das deformações específicas foram insignificantes.

➤ CP2

Tabela D.2 – Dados obtidos no ensaio de resistência à tração do CFC para o CP2

<i>Carga P (kN)</i>	<i>Tensão σ_f (MPa)</i>	<i>Deformação Específica ε_f ($\mu\varepsilon$)</i>
1	242,42	710
1,5	363,64	1100
2	484,85	1348
2,5	606,06	1735
3	727,27	2120
3,5	848,48	2510
4	969,70	3000
4,5	1090,91	3420
5	1212,12	3800
5,5	1333,33	4200
6	1454,55	4590
6,5	1575,76	4940
7	1696,97	5420
7,5	1818,18	5830
8	1939,39	6030
8,5	2060,61	6500
9	2181,82	6880
9,5	2303,03	7270
10	2424,24	7660
10,5	2545,45	8010
11	2666,67	8370
11,5	2787,88	8730
12	2909,09	9090
12,5	3030,30	9880
13	3151,52	10680
13,5	3272,73	

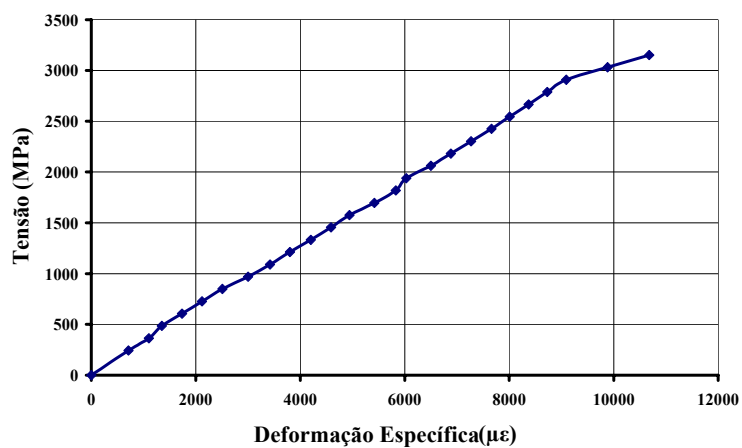


Figura D.2 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP2.

➤ CP3

Tabela D.3 – Dados obtidos no ensaio de resistência à tração do CFC para o CP3.

<i>Carga P (kN)</i>	<i>Tensão σ_f (MPa)</i>	<i>Deformação Específica ε_f ($\mu\varepsilon$)</i>
1	242,42	1012
1,5	363,64	1642
2	484,85	2032
2,5	606,06	2455
3	727,27	2904
3,5	848,48	3416
4	969,70	3768
4,5	1090,91	4195
5	1212,12	4590
5,5	1333,33	5008
6	1454,55	5406
6,5	1575,76	5812
7	1696,97	6182
7,5	1818,18	6576
8	1939,39	7124
8,5	2060,61	7298
9	2181,82	7630
9,5	2303,03	8040
10	2424,24	8416
10,5	2545,45	8780
11	2666,67	9902
11,5	2787,88	

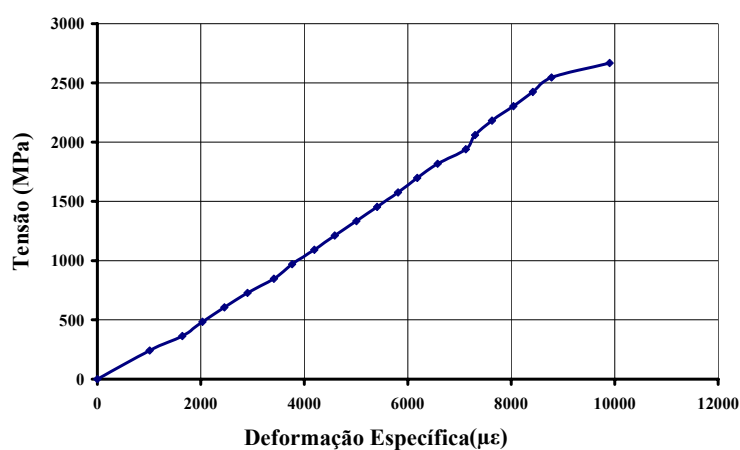


Figura D.3 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP3.

➤ CP4

Tabela D.4 – Dados obtidos no ensaio de resistência à tração do CFC para o CP4.

<i>Carga P (kN)</i>	<i>Tensão σ_f (MPa)</i>	<i>Deformação Específica ε_f ($\mu\varepsilon$)</i>
1	242,42	532
1,5	363,64	2618
2	484,85	2980
2,5	606,06	3224
3	727,27	3564
3,5	848,48	3908
4	969,70	4246
4,5	1090,91	4568
5	1212,12	4904
5,5	1333,33	5243
6	1454,55	5598
6,5	1575,76	5906
7	1696,97	6278
7,5	1818,18	6624
8	1939,39	6958
8,5	2060,61	7300
9	2181,82	7636
9,5	2303,03	7984
10	2424,24	8326
10,5	2545,45	8660
11	2666,67	8954
11,5	2787,88	9248
12	2909,09	9560
12,5	3030,3	9938

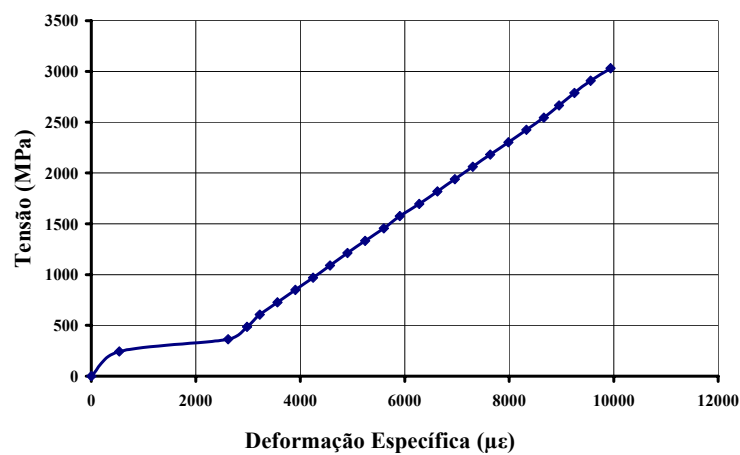


Figura D.4 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP4.

➤ CP 5

Tabela D.5 – Dados obtidos no ensaio de resistência à tração do CFC para o CP5.

<i>Carga P (kN)</i>	<i>Tensão σ_f (MPa)</i>	<i>Deformação Específica ε_f ($\mu\varepsilon$)</i>
1	242,42	1116
1,5	121,22	1578
2	242,43	1974
2,5	363,64	2478
3	484,85	2952
3,5	606,06	3422
4	727,28	3896
4,5	848,49	4500
5	969,70	4838
5,5	1090,91	5290
6	1212,13	5764
6,5	1333,34	6212
7	1454,55	6722
7,5	1575,76	7180
8	1696,97	7570
8,5	1818,19	8086
9	1939,40	8558
9,5	2060,61	9008
10	2181,82	9494
10,5	2303,03	9988
11	2424,25	10400
11,5	2545,46	10876

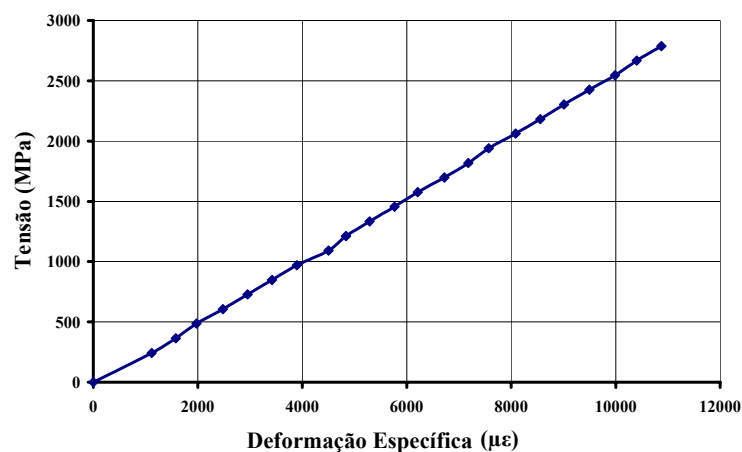


Figura D.5 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP5.

➤ CP 6

Tabela D.6 – Dados obtidos no ensaio de resistência à tração do CFC para o CP6.

<i>Carga P (kN)</i>	<i>Tensão σ_f (MPa)</i>	<i>Deformação Específica ε_f ($\mu\varepsilon$)</i>
1	242,42	70
1,5	363,64	272
2	484,85	588
3	727,27	800
3,5	848,48	958
4	969,70	1092
4,5	1090,91	1314
5	1212,12	1476
5,5	1333,33	1662
6	1454,55	1858
6,5	1575,76	2046
7	1696,97	2230
7,5	1818,18	2444
8	1939,39	2648
8,5	2060,61	2816
9	2181,82	2996
9,5	2303,03	3190
10	2424,24	3382
10,5	2545,45	3604
11	2666,67	3800
11,5	2787,88	3988
12	2909,09	4090

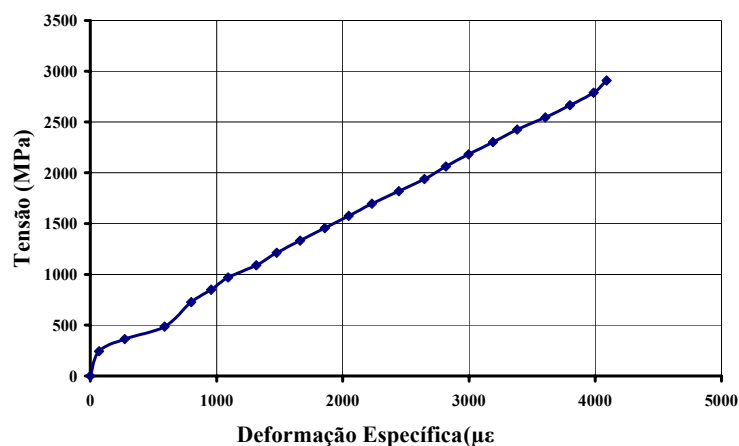


Figura D.6 – Gráfico tensão x deformação específica para o CP6.

Este corpo-de-prova foi descartado, pois o valor do módulo de elasticidade foi muito acima do que os dos outros corpos-de-prova.

Anexo E

Gráficos dos Ensaio

E.1.

L50-R25-1 (Piloto)

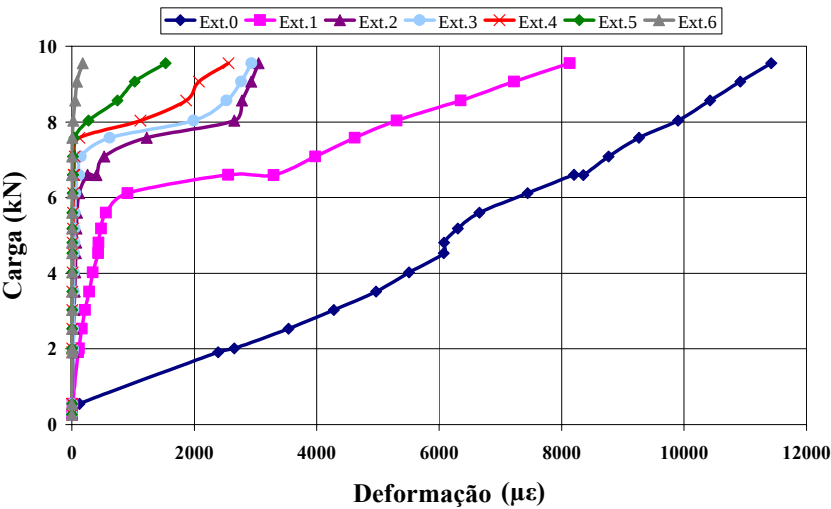


Figura E.1 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo-de-prova L50-R25-1.

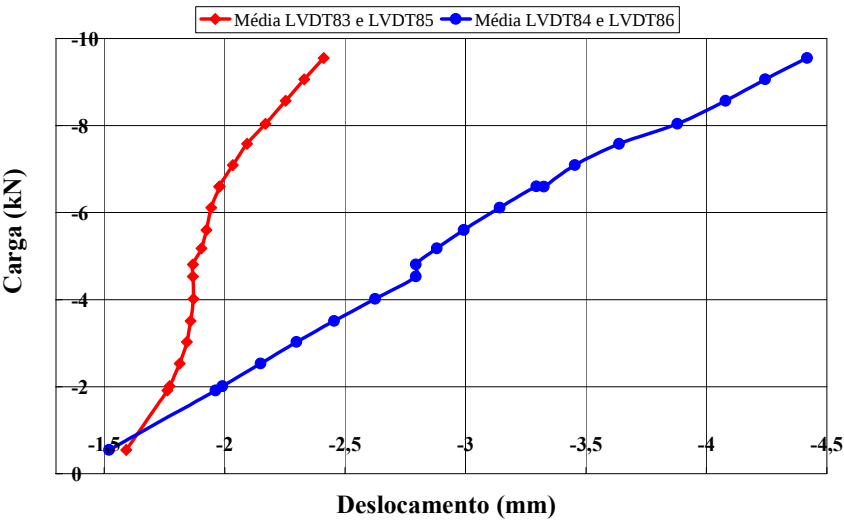


Figura E.2 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L50-R25-1.

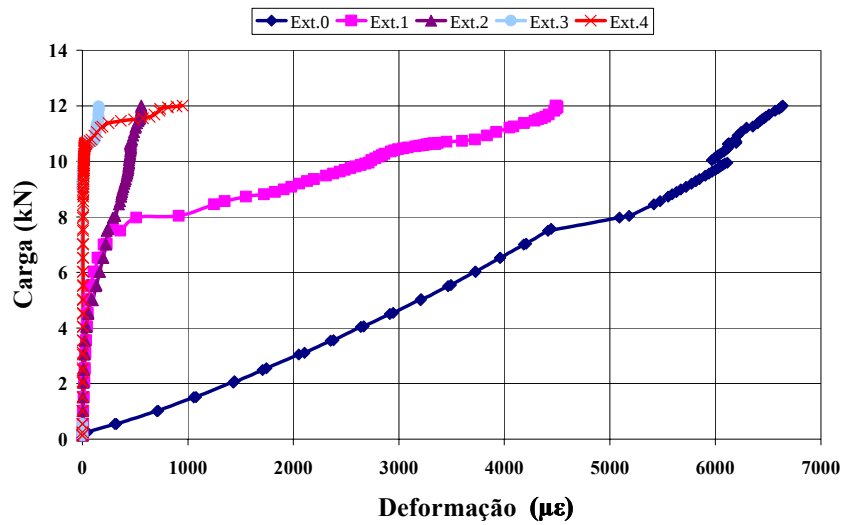
**E.2.
L50-R25-2**

Figura E.3 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo-de-prova L50-R25-2.

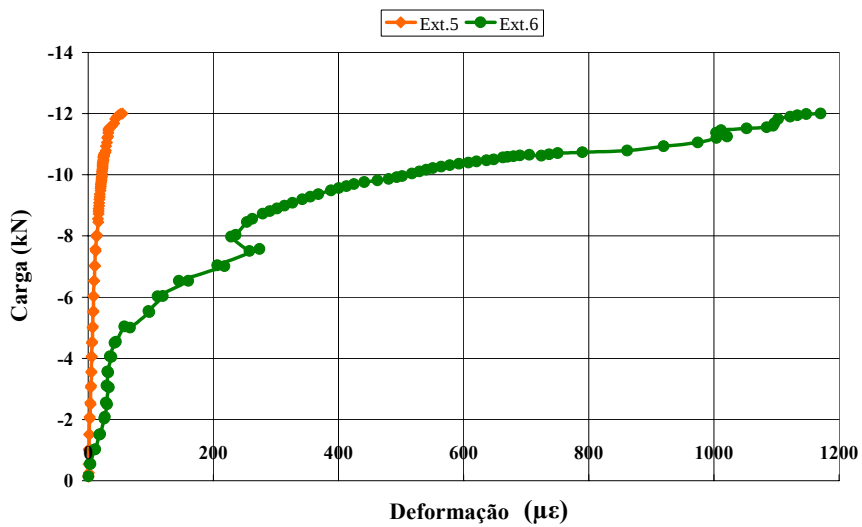


Figura E.4 – Diagrama carga x deformação do concreto do corpo-de-prova L50-R25-2.

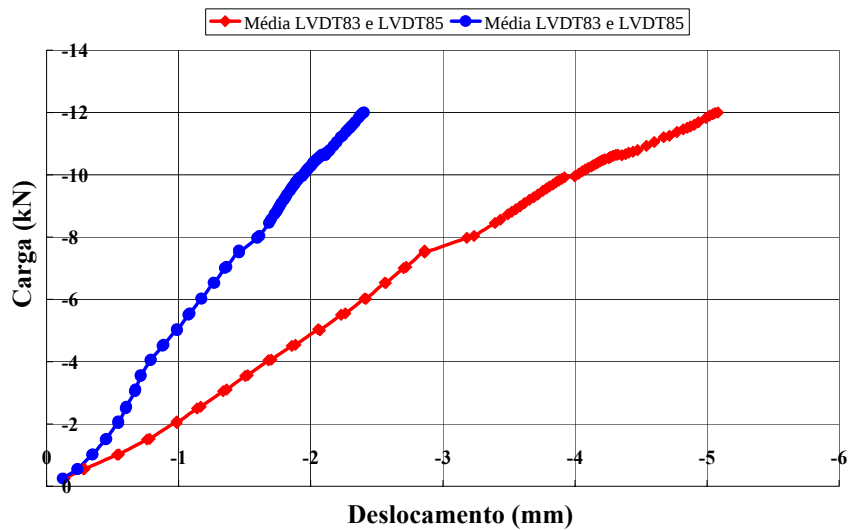


Figura E.5 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L50-R25-2.

E.3. L50-R35-1

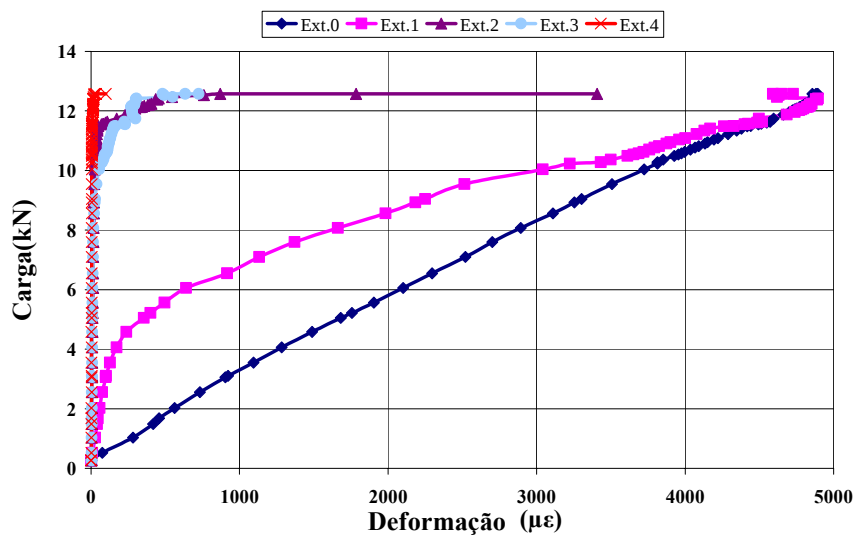


Figura E.6 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo-de-prova L50-R35-1.

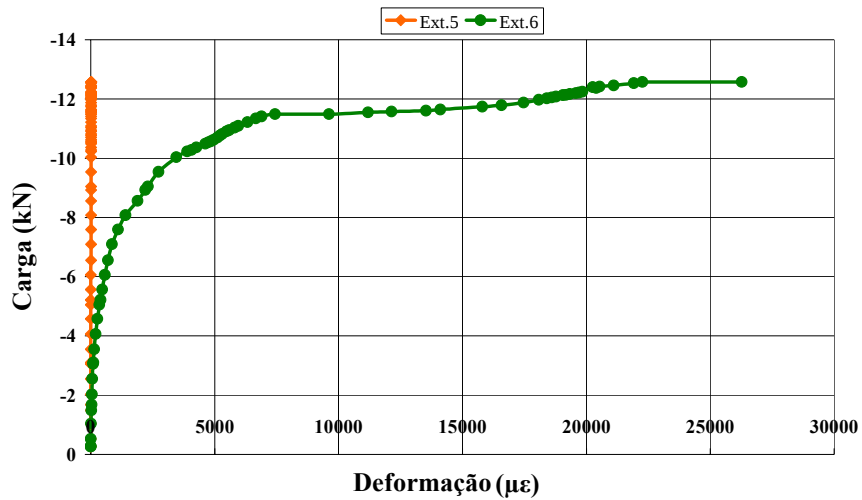


Figura E.7 – Diagrama carga x deformação do concreto do corpo-de-prova L50-R35-1.

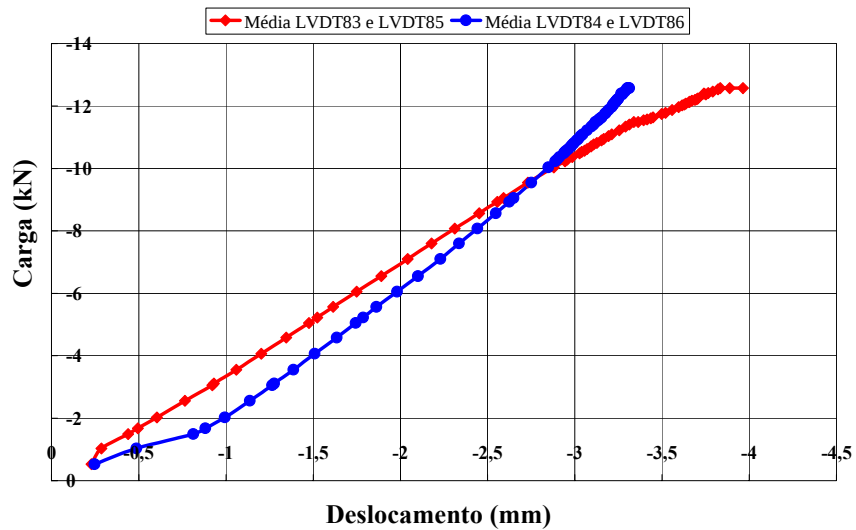


Figura E.8 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L50-R35-1.

E.4. L50-R35-2

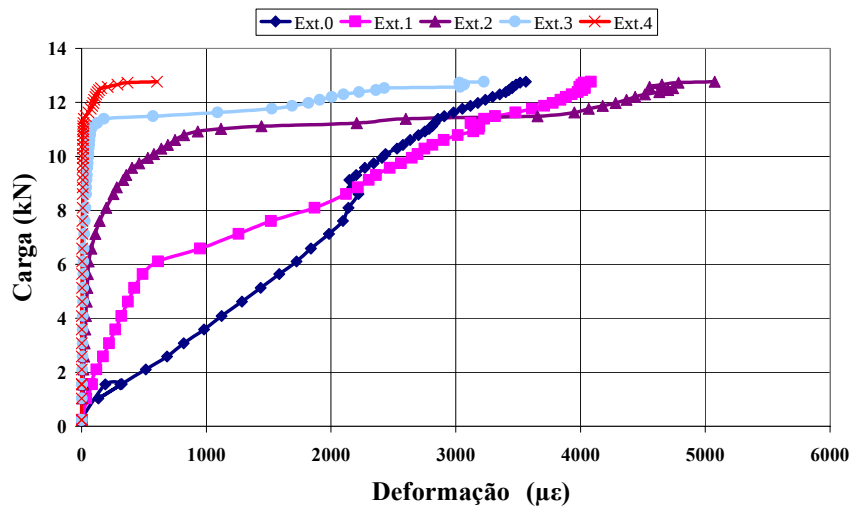
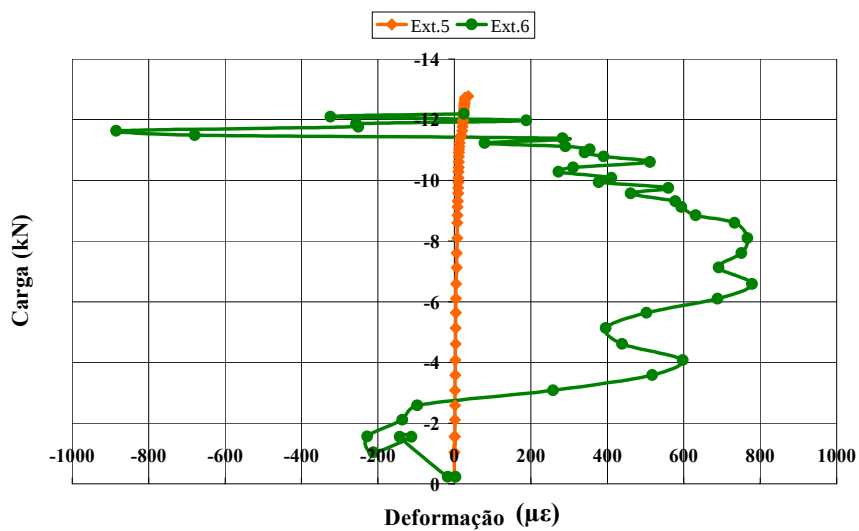


Figura E.9 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo - de-prova L50-R35-2.



* Problema na ligação do extensômetro 6, perda das leituras.

Figura E.10 – Diagrama carga x deformação do concreto do corpo-de-prova L50-R35-2.

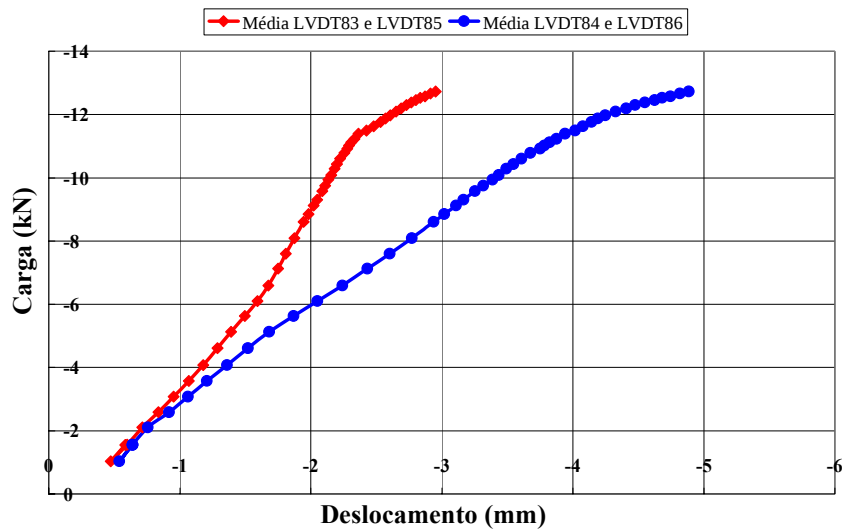


Figura E.11 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L50-R35-2.

E.5. L50-R45-1

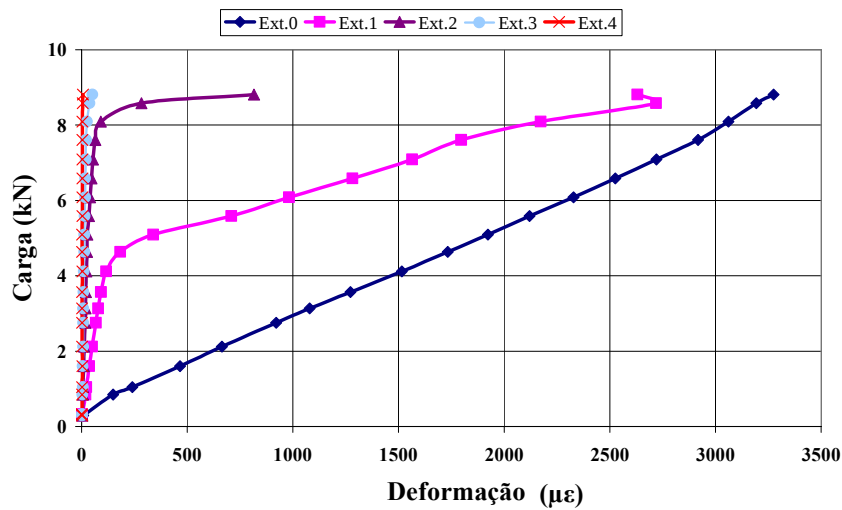


Figura E.12 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo-de-prova L50-R45-1.

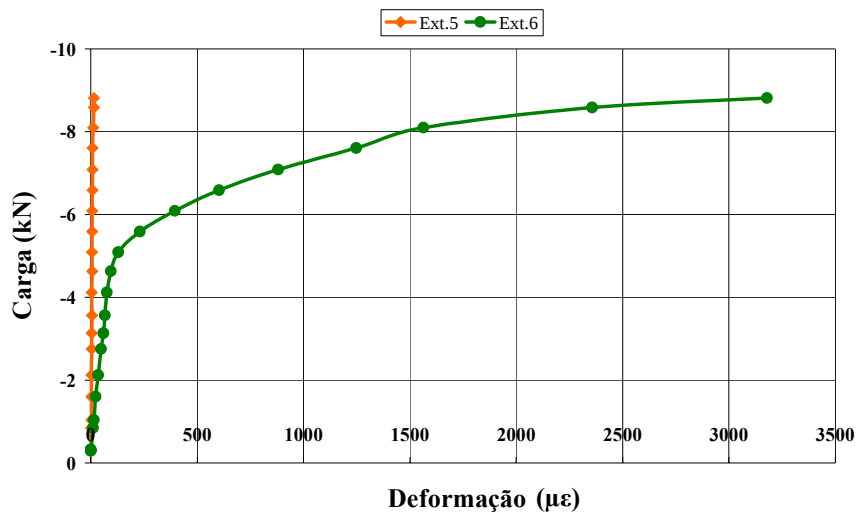


Figura E.13 – Diagrama carga x deformação do concreto do corpo-de-prova L50-R45-1.

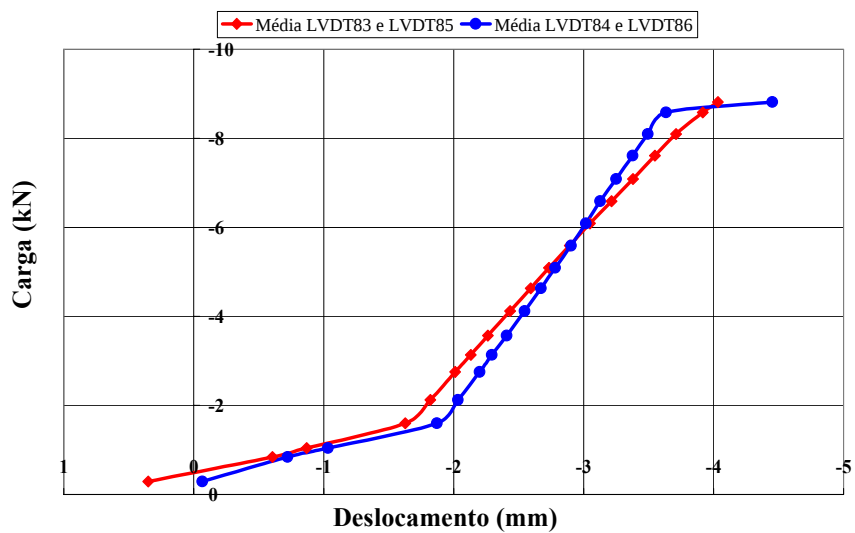


Figura E.14 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L50-R45-1.

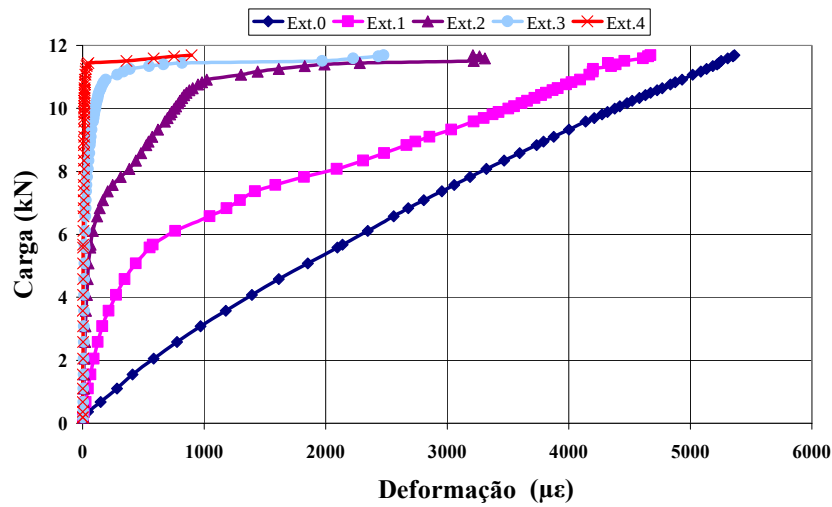
**E.6.
L50-R45-2**

Figura E.15 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo-de-prova L50-R45-2.

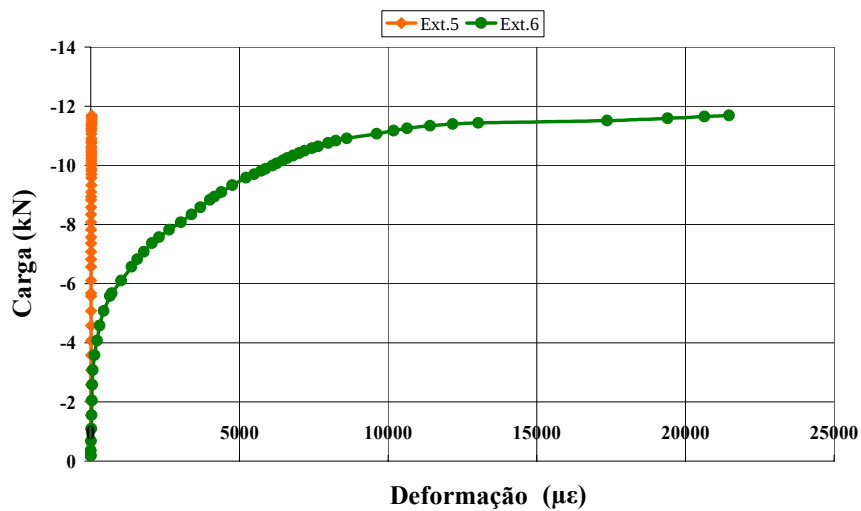


Figura E.16 – Diagrama carga x deformação do concreto do corpo-de-prova L50-R45-2.

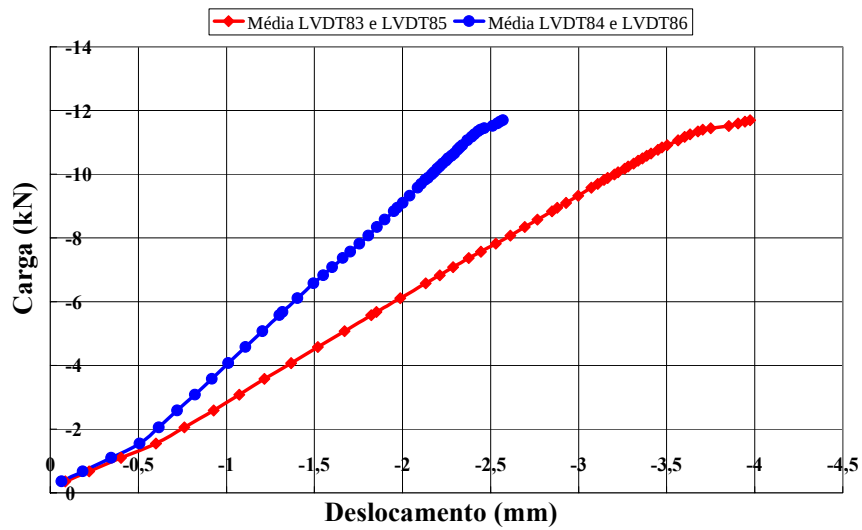


Figura E.17 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L50-R45-2.

E.7. L100-R25

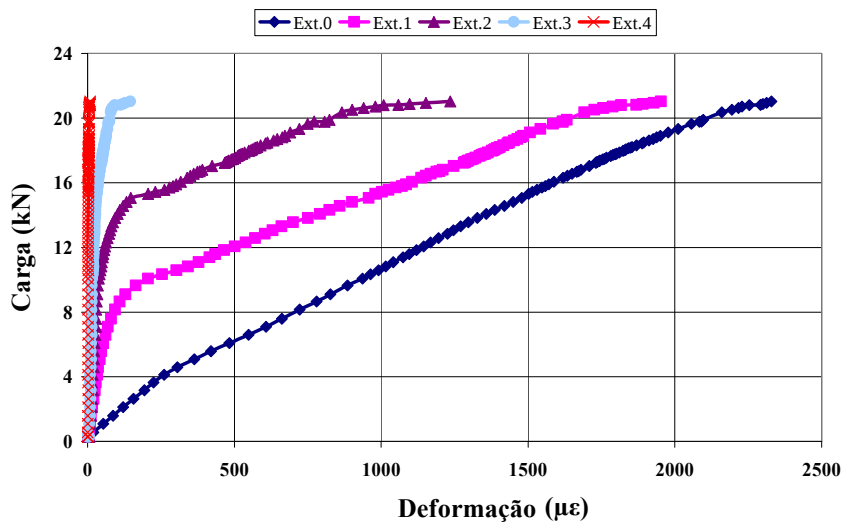


Figura E.18 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo-de-prova L100-R25.

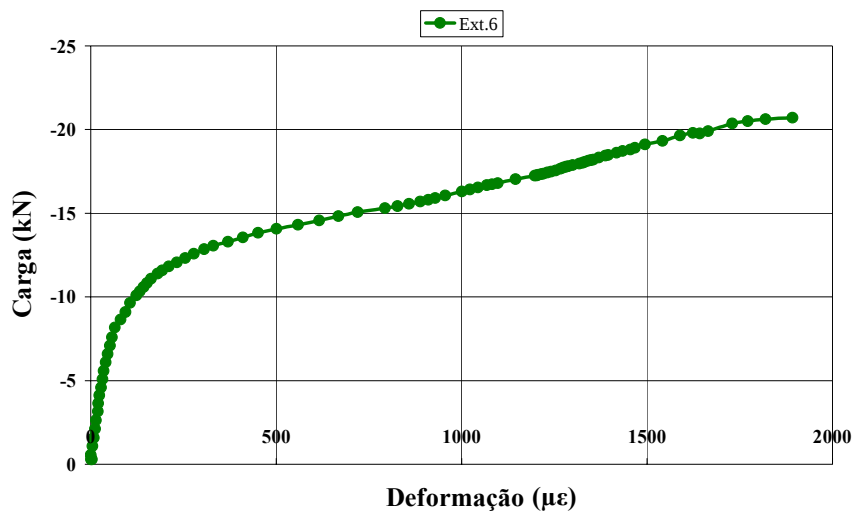


Figura E.19 – Diagrama carga x deformação do concreto do corpo-de-prova L100-R25.

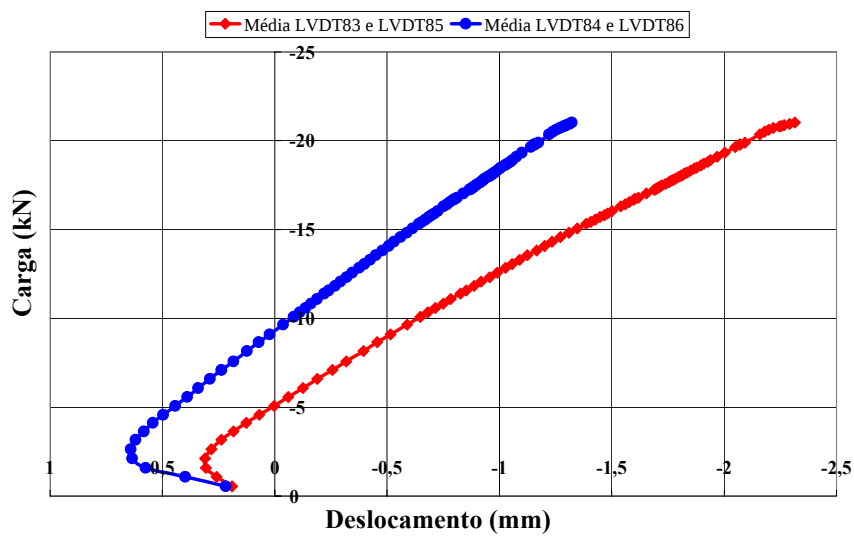
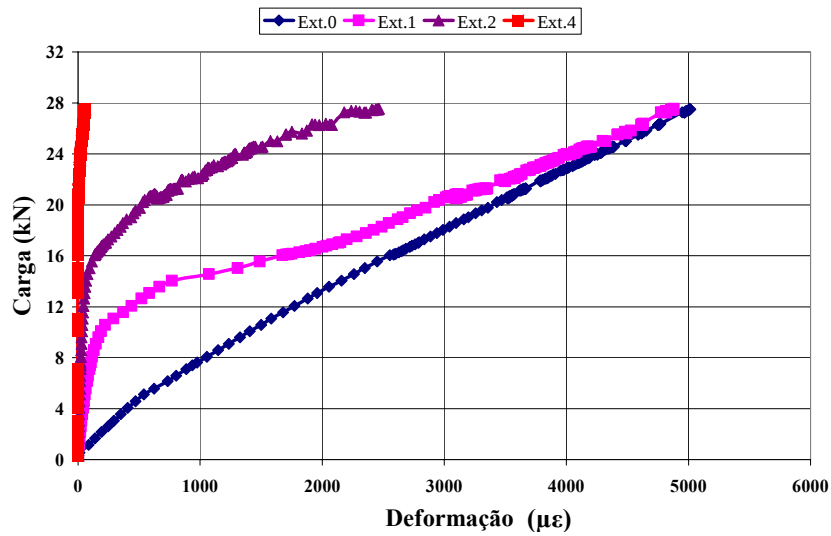


Figura E.20 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L100-R25.

**E.8.
L100-R35**

* Problema na ligação do extensômetro 3, perda das leituras.

Figura E.21 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo-de-prova L100-R35.

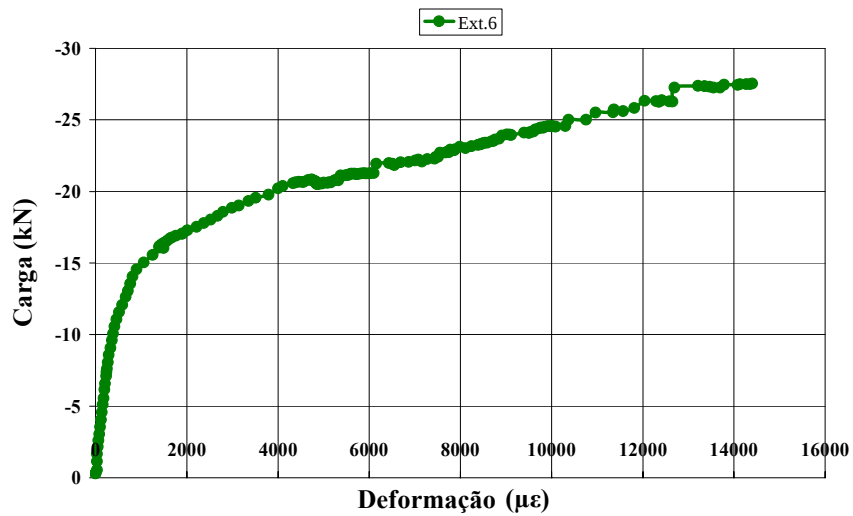


Figura E.22 – Diagrama carga x deformação do concreto do corpo-de-prova L100-R35.

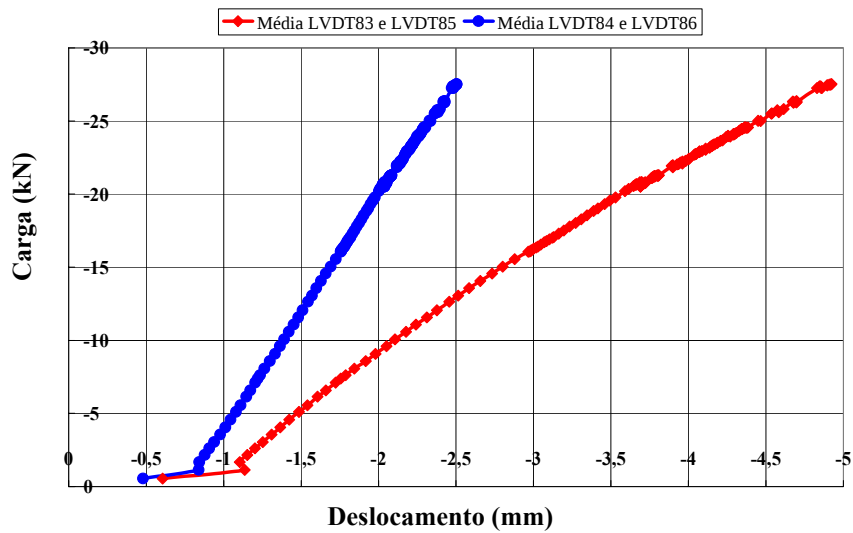


Figura E.23 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L100-R35.

E.9. L100-R45

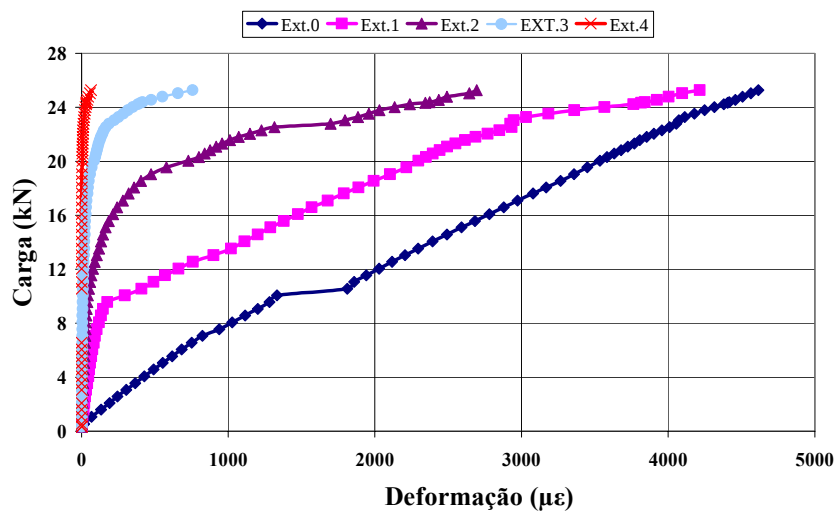


Figura E.24 – Diagrama carga x deformação do tecido de fibra de carbono do corpo-de-prova L100-R45.

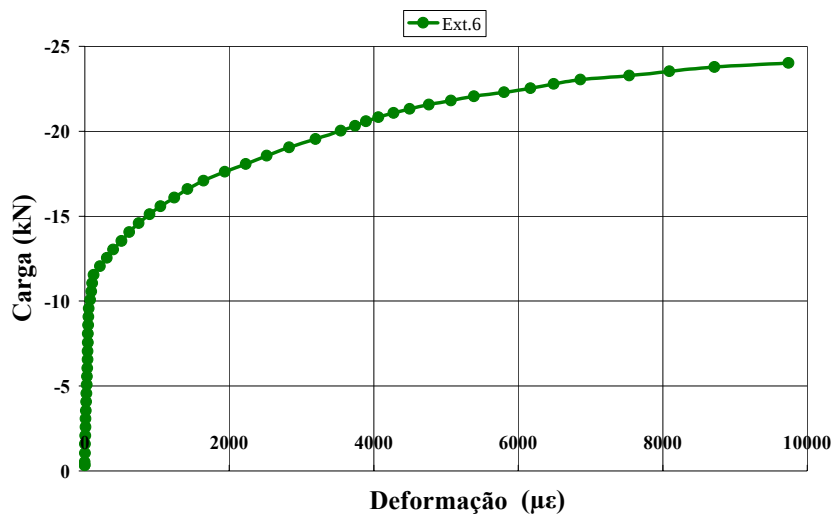


Figura E.25 – Diagrama carga x deformação do concreto do corpo-de-prova L100-R45.

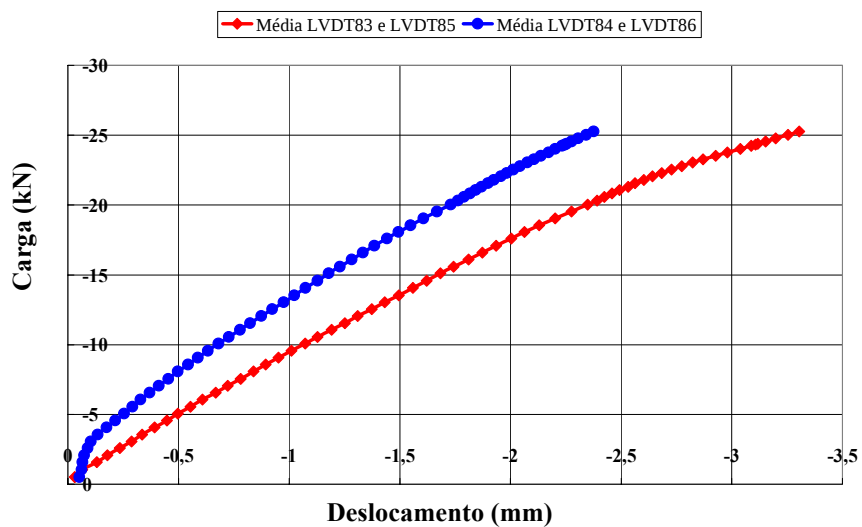


Figura E.26 – Diagrama carga x deslocamento do bloco móvel do corpo-de-prova L100-R45.